

# Analiza s prijedlogom poboljšanja cestovne mreže na području grada Križevaca

---

**Prožek, Mihael**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:003185>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Mihael Prožek**

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA CESTOVNE  
MREŽE NA PODRUČJU GRADA KRIŽEVACA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2017.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA CESTOVNE  
MREŽE NA PODRUČJU GRADA KRIŽEVACA**

**ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF ROAD  
NETWORK IN THE CITY OF KRIŽEVCI**

**Mentor: dr. sc. Luka Novačko**

**Student: Mihael Prožek, 0135223112**

**Zagreb, 2017.**

# ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA CESTOVNE MREŽE NA PODRUČJU GRADA KRIŽEVACA

## SAŽETAK:

U diplomskom radu analizirano je postojeće stanje cestovne mreže grada Križevaca. Brojanjem prometa dobiveni su podaci o postojećem stanju cestovne mreže koji su bili ulazni parametri za rješenja postojećih problema, te predlaganje novih prometnih rješenja za što sigurnije i kvalitetnije odvijanje prometa na cestovnoj mreži grada Križevaca. Analizirana su tri raskrižja te su predložene rekonstrukcije postojećih. Nova su rješenja raskrižja izrađena u programskom alatu AUTOCAD, na temelju kojih su napravljene simulacije u programskom alatu PTV Vissim i Sidra Intersection.

**KLJUČNE RIJEČI:** Križevci, cestovna mreža, analiza postojećeg stanja, brojanje prometa, PTV Vissim.

## SUMMARY:

This thesis analyses the current state of traffic network in the town of Križevci. Conducted traffic counting gave data about the current state of road network which was used as input parameters for solving existing problems and proposing new traffic solutions for the purpose of safer and quality traffic flow on roads in Križevci. Analysis of three intersections was conducted and reconstructions were suggested. New intersections designed in AUTOCAD software were presented as solutions based on which simulations were made in program tool PTV Vissim and Sidra Intersection.

**KEYWORDS:** City of Križevci, traffic network, Analysis of current situation, traffic counting, PTV Vissim.

## SADRŽAJ:

1. Uvod.....	1
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u Hrvatskoj .....	2
2.1. Zakon o cestama .....	3
2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama .....	4
2.3. Zakon o gradnji.....	4
2.4. Zakon o prostornom uređenju .....	4
2.5. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.....	5
2.6. Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama .....	5
2.7. Pravila projektiranja raskrižja iz stručne literature .....	6
2.7.1. Vrste prometnih tokova .....	7
2.7.2. Prometne radnje .....	8
2.7.3. Prometni konflikti .....	8
2.7.4. Podjela raskrižja.....	9
2.7.4.1. Raskrižja u razini (RUR) .....	9
2.7.4.2. Raskrižje s kružnim tokom prometa (RKT).....	12
3. Analiza prostorno-prometne dokumentacije grada Križevaca .....	15
4. Analiza i kritični osvrt na postojeće stanje cestovne mreže na području Križevaca.....	19
4.1. Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića .....	20
4.2. Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha .....	22
4.3. Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa.....	24
4.4. Pješački prijelaz u Ulici Franje Račkog u blizini osnovne škole Ljudevita Modeca .....	25

4.5. Željezničko - cestovni prijelaz na državnoj cesti D 22.....	27
5. Analiza podataka o brojanju prometa na odabranim lokacijama u Križevcima.....	28
5.1. Statičko brojanje prometa.....	28
5.2. Dinamičko brojanje prometa .....	29
5.3. Naplatno brojanje prometa .....	29
5.4. Ručno brojanje prometa .....	29
5.5. Automatsko brojanje prometa .....	30
5.6. Brojanje prometa na predmetnim raskrižjima .....	30
5.7. Analiza prometnih nesreća na području grada Križevaca .....	35
6. Prijedlozi poboljšanja postojeće cestovne mreže i odabranih raskrižja na području Križevaca.....	37
6.1. Prijedlog poboljšanja prometnog problem „1“ .....	37
6.2. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „2“ .....	40
6.3. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „3“ .....	42
6.4. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „4“ .....	46
6.5. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „5“ .....	48
7. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja rekonstrukcije raskrižja .....	49
7.1. Simulacija i evaluacija „Raskrižja 1.“ .....	50
7.1. Simulacija i evaluacija „Raskrižja 2.“ .....	53
7.3. Simulacija i evaluacija „Raskrižja 3.“ .....	56
8. Zaključak.....	60
Literatura .....	61
Popis slika .....	62
Popis tablica .....	65
Popis priloga.....	66

# 1. Uvod

Raskrižje je prometna površina gdje se dvije ili više cesta u istoj ili različitoj razini presijecaju. U cestovnoj mreži raskrižja su najsloženija i najzahtjevnija mjesta presijecanja prometnih tokova. Propusna moć te sigurnost odvijanja prometa u raskrižju može se povećati pravilnim vođenjem prometnih tokova. Optimizacijom prometnih tokova uvelike je moguće smanjiti buku i emisiju štetnih plinova.

Grad Križevci nalazi se u jugozapadnom djelu Koprivničko-križevačke županije podno gore Kalnik, 57 km sjeverno od Zagreba na križanju prometnica koje povezuju Zagreb, Koprivnicu, Bjelovar i Varaždin. Jedna od asocijacija na ime grada, slučajno ili namjerno, upućuje nas na križanje putova, pa je tako na ovom području još od antike i srednjeg vijeka bilo križište prometnih pravaca. Prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine grad Križevci imaju 11.231 stanovnika.

Tema diplomskog rada je Analiza s prijedlogom poboljšanja cestovne mreže na području grada Križevaca. U diplomskom radu na temelju podataka o brojanju prometa i analizi prometnih nesreća dobiveno je postojeće stanje prometnog toka koje je bilo osnovnica za izradu prijedloga poboljšanja cestovne mreže. Prijedlozi novih rješenja izradit će se u programskom alatu AUTOCAD na temelju čega su napravljene simulacije novonastalih rješenja na promatranoj prometnoj mreži.

Sadržaj rada izložen je u 8 poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u Hrvatskoj
3. Analiza prostorno-prometne dokumentacije grada Križevaca
4. Analiza i kritični osvrt na postojeće stanje cestovne mreže na području Križevaca
5. Analiza podataka o brojanju prometa na odabranim lokacijama u Križevcima
6. Prijedlozi poboljšanja postojeće cestovne mreže i odabranih raskrižja na području Križevaca
7. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja rekonstrukcije raskrižja
8. Zaključak

## **2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u Hrvatskoj**

Za projektiranje raskrižja i cesta potrebno je upoznati se s određenim važećim zakonima, pravilnicima i normama države u kojoj se projekt izvodi. Projektiranje cestovne mreže predstavlja izrazito složen posao.

Raskrižja se mogu opisati kao točke na cestovnoj mreži u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Cestovna mreža u području raskrižja stvara složenije postupke nego na otvorenim dijelovima trase, te samim time kod promjene smjera kretanja vozila u raskrižju dolazi do opadanja sigurnosti prometa i propusne moći. Načini kretanja u području raskrižja određeni su prometno – oblikovnim parametrima, a to su: vrsta raskrižja, smjer i jačina prometnih tokova, brzina vozila u raskrižju [1].

Prilikom projektiranja raskrižja problematika samog projektiranja oslanja se na samo dva akta prometno – tehničke regulative:

1. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa
2. Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa.

Potrebno je spomenuti i ostale zakone i pravila potrebna za projektiranje raskrižja:

1. Zakon o gradnji
2. Zakon o prostornom uređenju
3. Zakon o cestama
4. Zakon o sigurnosti prometa na cestama
5. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa
6. Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama
7. Pravilnik o održavanju cesta

Od 01.01.2014. prestao je važiti Zakon o prostornom uređenju i gradnji te je podijeljen na dva zakona, Zakon o gradnji i Zakon o prostornom uređenju.



## 2.1. Zakon o cestama

Zakon o cestama definira način korištenja javnih i nerazvrstanih cesta, upravljanje javnim cestama, razvrstavanje javnih cesta, planiranje, građenje i održavanje javnih cesta, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i promet na njima, koncesije, proračun i nadzor javnih cesta. Javne ceste su razvrstane ovim Zakonom, te ih može svatko slobodno koristiti pod uvjetima koji su određeni propisima i ovim Zakonom.

Iz zakona se izdvajaju sljedeće najvažnije odredbe:

1. Javne ceste su javno dobro u općoj uporabi i u vlasništvu su Republike Hrvatske.
2. Javne ceste se ne mogu otuđiti iz vlasništva Republike Hrvatske niti se njima mogu stjecati stvarna prava, osim u slučajevima koji su propisani Zakonom.
3. Javna cesta postaje javno dobro u općoj uporabi pravomoćnošću uporabne dozvole, odnosno izdavanjem drugog akta na temelju kojeg je dopuštena uporaba građevina sukladno posebnom propisu.
4. Javna cesta upisuje se u zemljišne knjige na temelju pravomoćne uporabne dozvole kao javno dobro u općoj uporabi i kao neotuđivo vlasništvo Republike Hrvatske, uz upis Hrvatskih autocesta d.o.o. kao pravne osobe ovlaštene za upravljanje autocestama, Hrvatskih cesta d.o.o. kao pravne osobe ovlaštene za upravljanje državnim cestama i Županijske uprave za ceste kao pravne osobe ovlaštene za upravljanje županijskim i lokalnim cestama.
5. Na javnoj cesti može se osnovati pravo služnosti i pravo građenja radi izgradnje komunalnih, vodnih, energetskih građevina i građevina elektroničkih komunikacija i povezane opreme, na način propisan ovim Zakonom.
6. Cestovno zemljište može se dati na korištenje radi obavljanja pratećih djelatnosti (trgovine, benzinske postaje i dr.), na način propisan ovim Zakonom.
7. Pravo služnosti i pravo građenja na javnim cestama te koncesija na javnoj cesti upisuje se u zemljišne knjige sukladno propisima koji uređuju zemljišne knjige [2].

## **2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama**

Zakonom o sigurnosti prometa na cestama utvrđuju se osnovni odnosi ponašanja sudionika i drugih subjekata u prometu na cestama, pravila prometa na cestama, sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe, uvjeti koje moraju zadovoljavati ceste glede sigurnosti prometa, postupci u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje novih kandidata polaganjem vozačkog ispita i uvjeta za stjecanje prava na upravljanje vozilom, vuča vozila, oprema koju mora posjedovati vozilo, dimenzije, ukupna masa i osovinsko opterećenje vozila te ostali uvjeti koje moraju udovoljiti vozila u prometu na cestama. Promet prema ovom Zakonu podrazumijeva promet vozila, pješaka i drugih sudionika u prometu na javnim i nerazvrstanim cestama koje se koriste za javni promet. Ovaj zakon sastoji se od: osnovne odredbe, ovlaštenja za nadzor i uređenje prometa, ceste, prometni znakovi, prometna pravila, dužnosti u slučaju prometne nesreće, športske i druge priredbe i aktivnosti na cestama, ograničenje prometa, vozači, vozila, posebne mjere za sigurnost prometa na cestama i prijelazne i završne odredbe [3].

## **2.3. Zakon o gradnji**

Zakonom o gradnji se smatra projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina, a sve se vrši prema odredbama ovog Zakona i propisa donesenih na temelju tog Zakona, hrvatskih normi i pravila struke, ako Zakonom nije drugačije određeno. Ovaj Zakon odnosi se na gradnju nove građevine na određeni način, odnosno odnosi se na rekonstrukciju, uklanjanje i održavanje građevina ako nije ovim Zakonom odnosno propisom drugačije određeno [4].

## **2.4. Zakon o prostornom uređenju**

Zakon uređuje sustav prostornog uređenja: ciljevi, načela i subjekti prostornog uređenja, praćenje stanja u prostoru i području prostornog uređenja. Donesenom Strategijom prostornog

razvoja Republike Hrvatske, prostorni planovi uključuju njihovu izradu, postupak donošenja i njihove provedbe, uređenje građevinskog zemljišta, imovinski instituti uređenja građevinskog zemljišta i nadzor. Prostornim uređenjem osiguravaju se uvjeti za korištenje, zaštitu i upravljanje prostorom Republike Hrvatske. Samim time ostvaruju se pretpostavke za društveni i gospodarski razvoj, zaštitu okoliša i prirode, vrsnoću gradnje i racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara. Cilj prostornog uređenja je bolja povezanost teritorija države s europskim sustavima prostornog uređenja [5].

## **2.5. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa**

Ovim Pravilnikom se propisuju osnovni uvjeti kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa. Osnovni uvjeti se koriste prilikom izrade projektne dokumentacije za izgradnju i rekonstrukciju javnih cesta. Treba zadovoljavati dvanaest uvjeta, neki od uvjeta koje javne ceste izvan naselja i njihovi elementi sa stajališta sigurnosti prometa moraju udovoljavati su: tlocrtni elementi ceste, elementi uzdužnog presjeka, određivanje poprečnog presjeka ceste, prometni i slobodni profil ceste, provjera propusne moći odabranog tipskog normalnog poprečnog presjeka ceste i drugo [6].

## **2.6. Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama**

Prometnim znakovima, signalizacijom i opremom na cestama provode se pravila na cestama. Prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama postavljaju se tako da svaki korisnik ceste pravodobno može primijetiti i percipirati njihovo značenje, te uskladiti ponašanje na temelju iščitanih informacija. Horizontalna i vertikalna signalizacija te potrebna oprema na cesti trebaju biti međusobno usklađeni te davati istoznačne informacije sudionicima u prometu. Prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama čine: prometni znakovi, prometna svjetla, oznake na kolniku i drugim prometnim površinama, prometna oprema cesta, signalizacija i oprema za smirivanje prometa, mjerni i upravljački uređaji, cestovna rasvjeta i ostale oznake [7].

## 2.7. Pravila projektiranja raskrižja iz stručne literature

U ovom radu koristit će se nekoliko stručnih pojmova za projektiranje raskrižja. Neki od pojašnjenih pojmova stručne literature radi lakšeg razumijevanja bit će rastumačeni u Tablici 1.

Tablica 1. Prikaz stručnih pojmova

Naziv stručnog pojma	Definicija stručnog pojma
<b>Glavni pravac (GP)</b>	je pravac s cestom dominantnog prometa.
<b>Sporedni pravac (SP)</b>	je pravac koji je podređen glavnom pravcu.
<b>Raskrižje u razini (RUR)</b>	je prometna površina na kojoj se križaju ili spajaju dvije ili više cesta u istoj razini.
<b>Razdjelni otok</b>	je razdjelnik oblika kaplje ili trokuta, a služi za razdvajanje i kanaliziranje prometnih tokova.
<b>Pješačka staza</b>	je posebno uređena površina za kretanje pješaka koja nije u razini s kolnikom ili je odvojena na drugi način.
<b>Pješački otok</b>	je uzdignuta, upuštena ili na drugi način obilježena površina na kolniku, predviđena za privremeno zadržavanje pješaka koji prelaze preko kolnika ili ulaze odnosno izlaze iz vozila javnog prometa.
<b>Polja za usmjeravanje prometa</b>	je površina na kolniku koja razdvaja prometne trakove s istim ili različitim smjerovima vožnje.
<b>Signalni plan</b>	je pregled trajanja svjetlosnih signalnih pojmova.
<b>Ciklus</b>	je trajanje jednostrukog isteka signalnog plana.
<b>Faza</b>	je dio ciklusa u kojem pojedini prometni tokovi imaju istovremeno slobodan prolaz.
<b>Zaštitno međuvrijeme</b>	je vrijeme između dvije konfliktne signalne grupe koje slijede uzastopno.
<b>Preglednost</b>	je normirana dogledna udaljenost od oka vozača do ključnih dijelova raskrižja.

Izvor: [1]

### 2.7.1. Vrste prometnih tokova

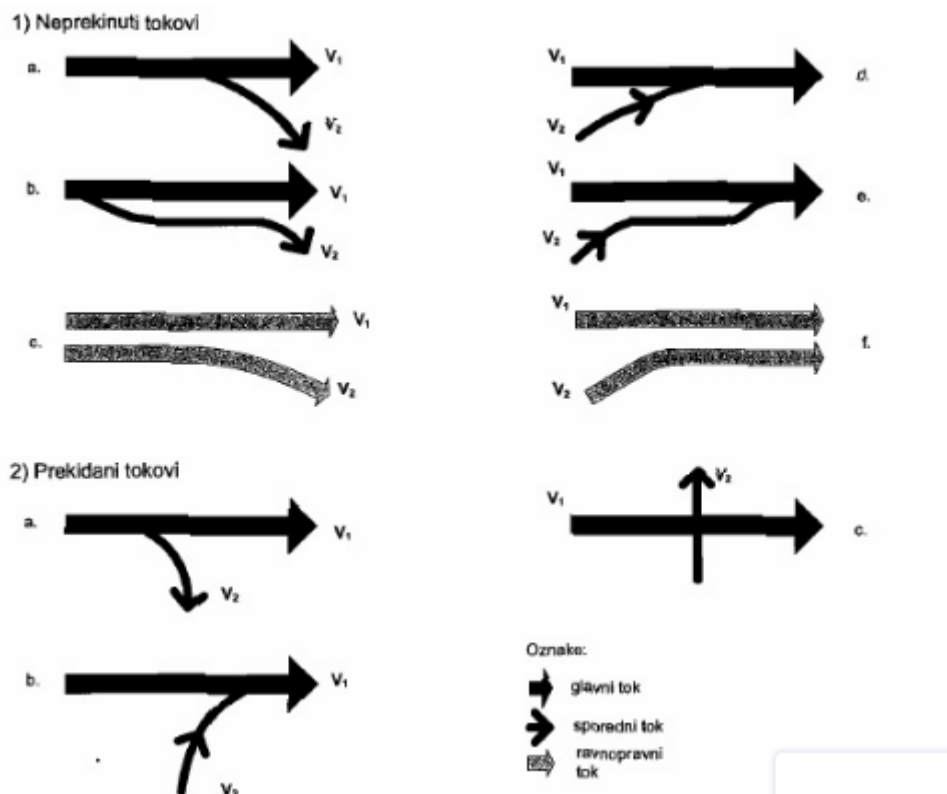
Način vođenja prometnih tokova u području raskrižja je najvažniji čimbenik koji determinira različitosti u prometnim radnjama. Posebna stanja opisana su u priručniku Highway Capacity Manual (HCM). Prometni tokovi se razlikuju po svojoj prirodi odvijanja i općenito se u zoni raskrižja dijele na:

1. Neprekinute prometne tokove
2. Prekinute prometne tokove.

Neprekinuti prometni tok s uvjetima vožnje pod kojima se vozilo na dionici ceste odnosno prometnog traka mora zaustaviti samo zbog čimbenika unutar prometnog toka.

Prekinuti prometni tok s uvjetima vožnje pod kojima vozilo na dionici ceste odnosno prometnog traka, mora obavezno stati ispred raskrižja zbog prometnih znakova ili signala [1].

Vrste prometnih tokova vidljivi su na Slici 1.



Slika 1. Osnovne vrste prometnih tokova

Izvor: [1]

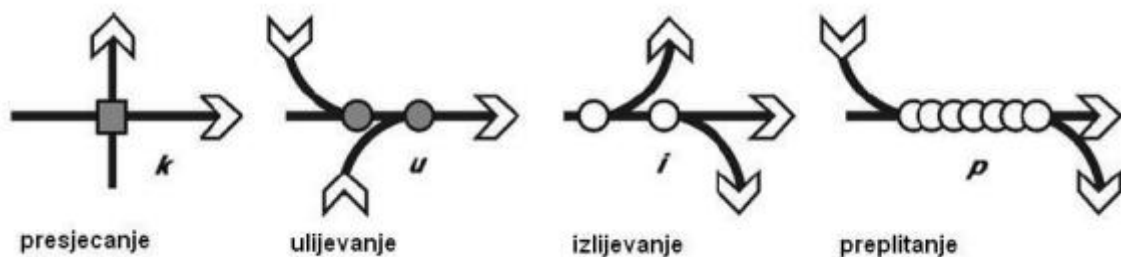
## 2.7.2. Prometne radnje

Osnovne prometne radnje nastaju ponajprije zbog promjene smjera, ali i brzine jednog ili više vozila, pri čemu uzrokuju konfliktne situacije različitih stupnjeva.

U području raskrižja izvode se sljedeće radnje:

1. Izlijevanje– dijeljenje prometnih tokova
2. Ulijevanje– sjedinjavanje prometnih tokova
3. Preplitanje – međusobna izmjena prometnih trakova ili tokova
4. Presijecanje (križanje) – međusobno križanje/presijecanje prometnih tokova [1].

Navedene radnje prikazane su na Slici 2. Deblje linije označuju glavni prometni tok, dok tanja linija označuje sporedni prometni tok.



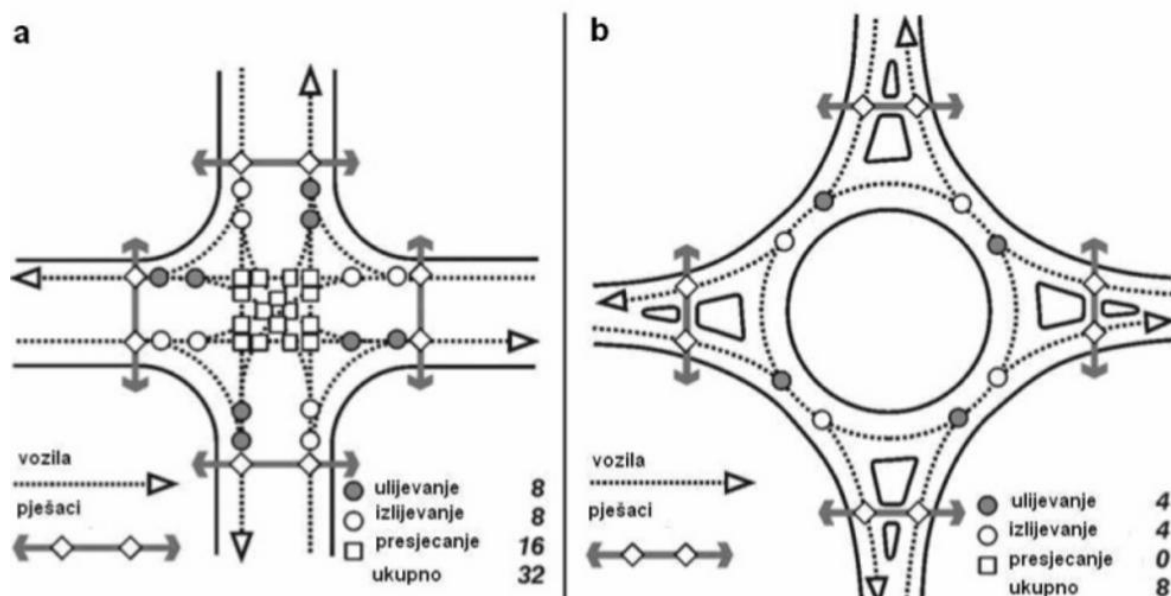
Slika 2. Prikaz prometnih radnji

Izvor: [1]

## 2.7.3. Prometni konflikti

Konfliktne situacije mogu se definirati kao zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama isplitanja, uplitanja, preplitanja i križanja prometnih tokova na površini raskrižja. Broj konfliktnih točaka ovisi o vrsti, tipu i obliku raskrižja, a stvaran broj konflikata ovisan je o geometrijskom oblikovanju, slobodnoj vidljivosti, prometnom opterećenju i slično. Najveći broj konfliktnih točaka sadrže raskrižja u razini (RUR), dok nešto manje raskrižja izvan razine (RIR) i raskrižja s kružnim tokom prometa (RKT) [1].

Konfliktne točke prikazane su na Slici 3.



Slika 3. Primjer konfliktnih točaka

Izvor: [7]

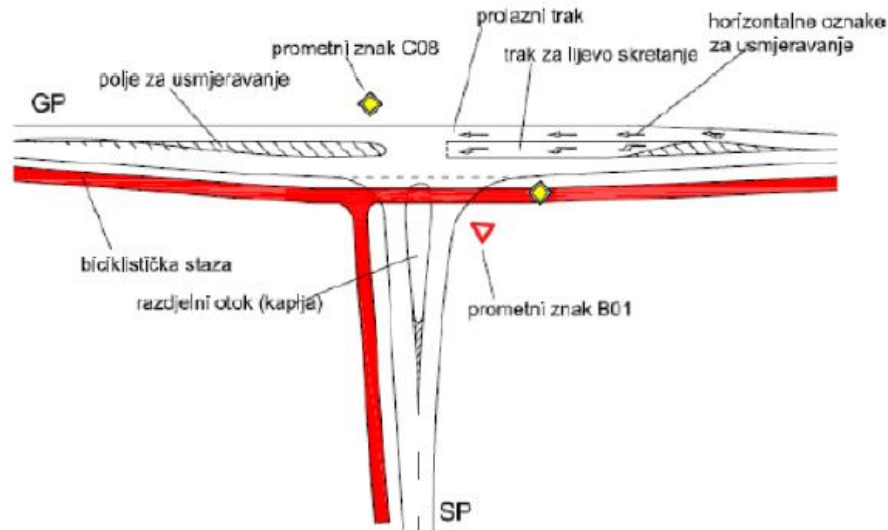
## 2.7.4. Podjela raskrižja

Raskrižja se mogu razvrstati, tipizirati ili dijeliti prema više osnova ili mjerila. Osnovna podjela raskrižja dijeli se na tri vrste raskrižja u razini (RUR), raskrižja izvan razine (RIR), kombinirana raskrižja i posebna raskrižja. Raskrižja u razini mogu biti trokraka, četverokraka i raskrižja s kružnim tokom prometa. Raskrižja izvan razine imaju više različitih oblika, kao što su truba, djetelina, kruška i drugo. Kombinirana i posebna raskrižja većinom se sastoje od kombinacije raskrižja u razini i izvan razine, a njihov oblik odstupa od tipičnog i standardiziranog vođenja prometa kako bi se zadovoljile različite situacije u praksi [1].

### 2.7.4.1. Raskrižja u razini (RUR)

Raskrižja u razini (RUR) predstavljaju čvorna mjesta na cestovnoj mreži, a oblikovana su i uređena tako da omogućuju lakše funkcioniranje cestovnog prometa. Raskrižja u razini najbrojnija su, a primjenjuju se izvan i unutar naselja. Zadaća raskrižja u razini ne može se

obaviti bez planski uređene građevinske osnove, čiji je svaki element provjeren po mjerilu najveće sigurnosti, optimalne protočnosti i najmanjih investicijskih ulaganja. Slika 4. prikazuje trokrako raskrižje u razini s pripadajućim elementima [1].



Slika 4. Trokrako raskrižje u razini

Izvor: [1]

### Oblikovanje trakova za skretanja ulijevo

Početak traka za skretanje ulijevo nalazi se na mjestu dodirne kružnice polumjera  $R_2$  i ruba traka za lijeva skretanja ili malo izvučen. Kružnica  $R_2$  tangira lijevi rub prolaznog prometnog traka suprotnog glavnog smjera i paralele iz sporednog smjera, radijus te kružnice ovisi o mjerodavnom vozilu. Širina prometnog traka ne smije biti manja od 3,00 metra te može biti manja 0,25 metara od prolaznih trakova. Trak za lijevo skretanje sastoji se od tri dijela:

1. duljine traka za postavljanje vozila  $l_a$
2. duljine traka za usporavanje vozila  $l_v$
3. duljine razvlačenja  $l_z$  [8].

Duljina repa čekanja određuje se iz duljine repa čekanja pomnožene s prosječnom duljinom vozila od 6 metara.



Duljina za usporavanje vozila određuje se iz Tablice 2., a ovisi o brzini vozila, te broju vozila koja skreću ulijevo.

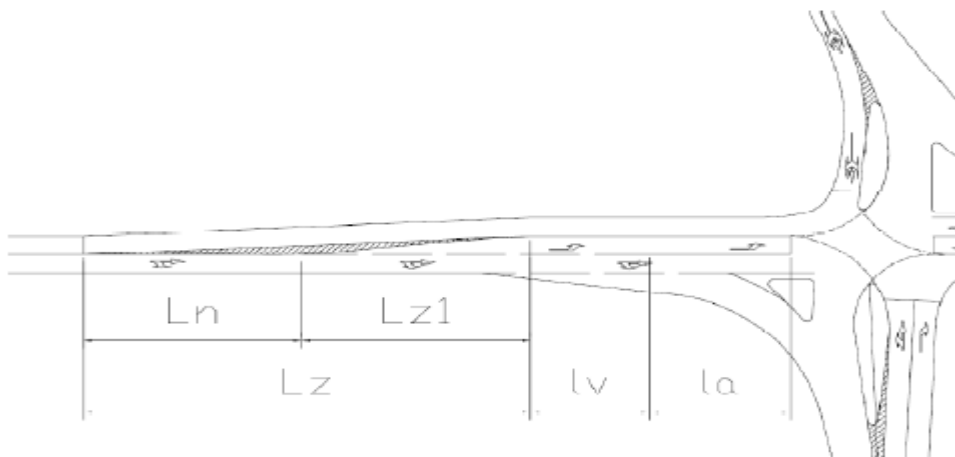
**Tablica 2.** Određivanja duljine usporenja vozila  $l_v$

V (km/h) →	50	60	70	80	90	100
	$l_v$ (m)					
Broj skretača						
≤ 400 voz/h	5	10	15	20	30	40
> 400 voz/h	10	20	30	40	55	75

Izvor: [8]

Duljina razvlačenja sastoji se od dva dijela. Prvi dio je duljina šrafiranog dijela  $l_n$  koja na krajnjem dijelu treba imati širinu šrafirane površine 2,00 metra, te drugog dijela  $l_{z1}$  krajnje duljine 30 metara u kojemu se obavlja promjena širine traka te se prikazuje kao S zavoј, no može se prikazati kao i pravac [8].

Na Slici 5. vidljive su potrebne oznake za projektiranje lijevih skretanja.



**Slika 5.** Prikaz oblikovanja trake za lijevo skretanje

Izvor: [8]

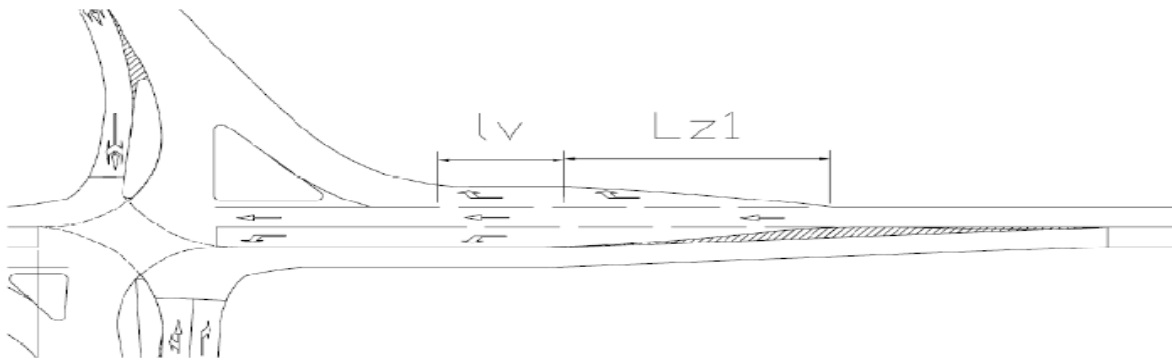
## Oblikovanje trakova za desna skretanja

Početak traka za desno skretanje treba se nalaziti na istom mjestu kao i za skretanje ulijevo, početak kraćeg traka treba prilagoditi početku duljeg traka za skretanje bez obzira na određene vrijednosti.

Trak za desno skretanje sastoji se od duljine promjene širine traka  $l_{z1}$  od 30 metara i duljine za usporavanje vozila  $l_v$ , te ostatka traka koji se prilagođava duljini traka za lijevo skretanje.

Širina traka za desno odvajanje može biti uža 0,25 metara od prolaznih trakova, ali ne smije biti uže od 3,00 metra [8].

Na Slici 6. vidljive su oznake za projektiranje desnog skretanja.



Slika 6. Prikaz oblikovanja trake za desno skretanje

Izvor: [8]

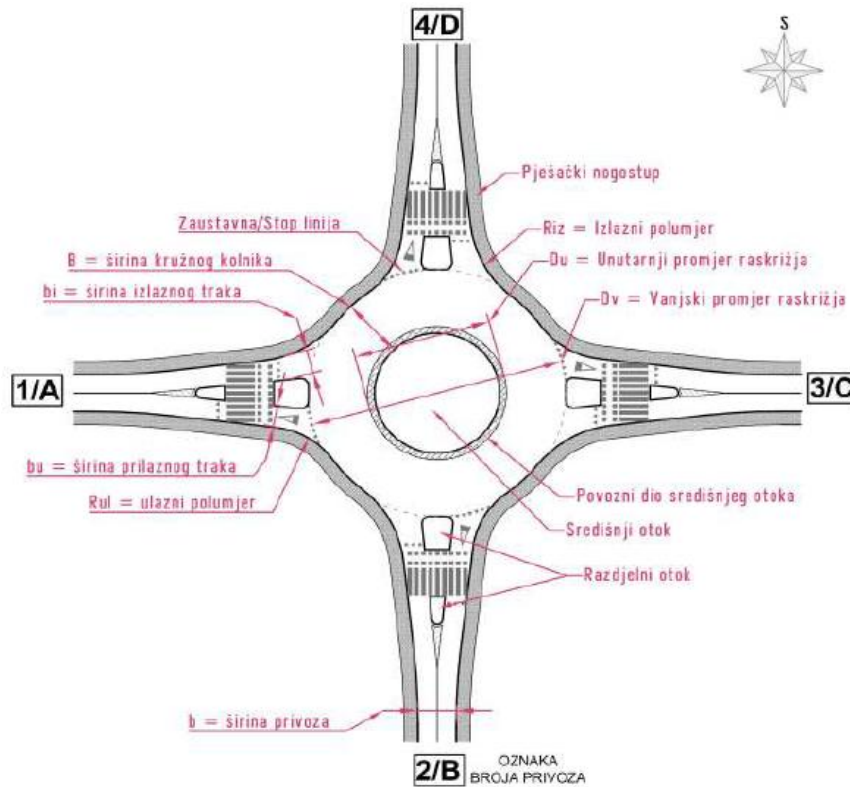
### 2.7.4.2. Raskrižje s kružnim tokom prometa (RKT)

Prema suvremenoj definiciji kružno raskrižje je prometna građevina, gdje je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i prometnim znakovima. U odnosu na klasična raskrižja, kružna se raskrižja mogu definirati kao nesemaforizirana raskrižja u jednoj razini, u kojima se promet u pravilu odvija:

1. na jednotračnom odnosno na dvotračnom kružnom kolniku

2. s jednim do dva prometna traka na privozima postavljenim što okomitije na ulaz u kružno raskrižje
3. s reguliranom prednošću kružnog prometnog toka u smjeru suprotnom od kazaljke na satu [9].

Slika 7. prikazuje raskrižje s kružnim tokom prometa te pripadajućim elementima.



Slika 7. Raskrižje s kružnim tokom prometa

Izvor: [9]

Kod projektiranja kružnog raskrižja potrebno je voditi računa o sljedećim elementima:

1. Osi krakova kružnog raskrižja moraju biti usmjerene prema središtu. Potrebno je izbjegavati rješenja tangencijalnih ili nepravilnih kružnih raskrižja
2. Unutarnji radijus kružnog raskrižja ne smije biti manji od 12 metara za raskrižja na kojima je predviđen promet osobnih i teretnih vozila, odnosno manji od 6 metara za raskrižja na kojima je predviđeno kretanje samo osobnih vozila. Ako se zbog prostornih ograničenja moraju projektirati kružna raskrižja s manjim dimenzijama

središnjeg otoka, otok je potrebno građevinski urediti tako da je u iznimnim situacijama moguća vožnja preko otoka

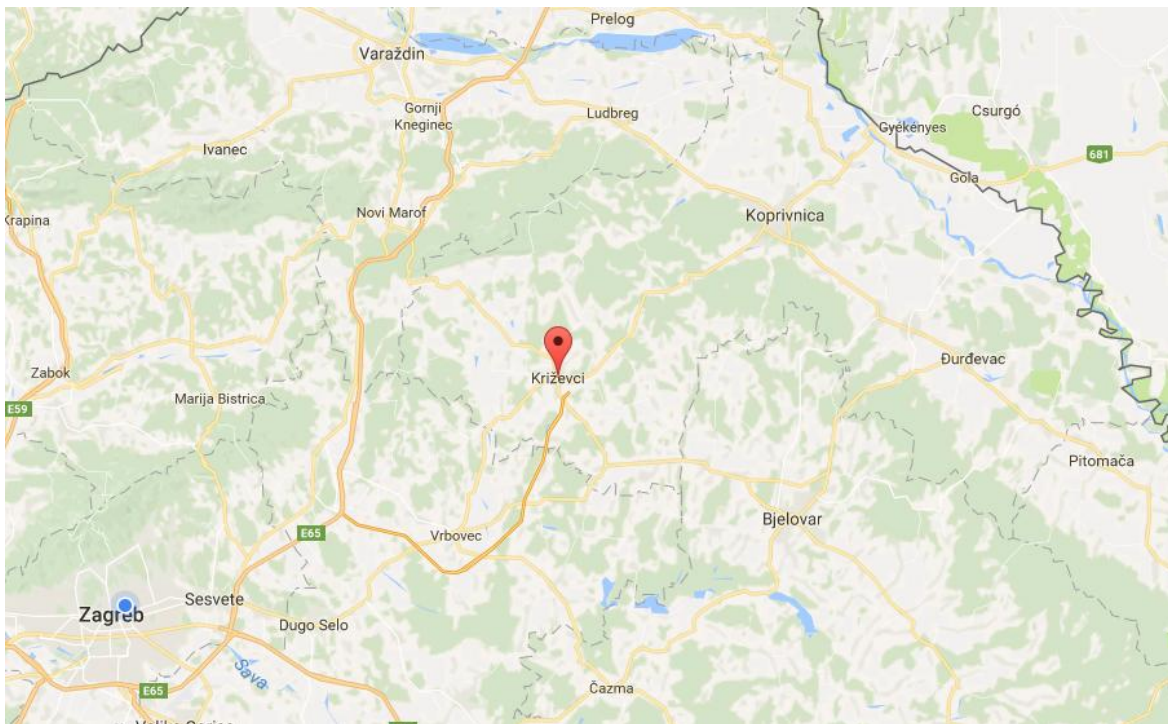
3. Širina kolnika u kružnom dijelu otoka ne smije biti manja od 5,5 metara za kružna raskrižja s jednim prometnim trakom, odnosno 8,0 metara za kružno raskrižje s dva prometna traka u kružnom dijelu raskrižja
4. Širina prilaznog prometnog traka raskrižja mora biti najmanje 4,5 metara, a najviše 5,5 metara ako je na kraku raskrižja samo jedan privozni trak i ako postoji središnji otok
5. Širina odlaznog prometnog traka raskrižja mora biti najmanje 4,5 metara, a najviše 5,5 metara ako je na kraku raskrižja samo jedan odlazni prometni trak i ako postoji središnji otok
6. Radijus luka između ruba kraka raskrižja i vanjskog ruba kružnog dijela raskrižja mora biti minimalno 6,0 metara ako se na raskrižju predviđa promet osobnih vozila osim u iznimnim situacijama, odnosno 12,0 metara ako se na raskrižju predviđa mješovit promet osobnih i teretnih vozila te autobusa. Na izlazima raskrižja preporučljivo je koristiti i veće radijuse radi lakšeg izlaza vozila iz raskrižja, ali ne prevelike jer veći radijusi omogućavaju razvijanje većih brzina što negativno utječe na sigurnost odvijanja pješačkog prometa
7. Širina razdjelnog otoka mora biti minimalno 2,0 metra. Ova širina određena je prostorom za postavljanje prometnih znakova te prostorom potrebnim za zadržavanje pješaka s dodatnim pješačkim sredstvima (pješak koji gura bicikl, roditelji s dječjim kolicima)
8. Pješački prijelaz treba biti izmaknut najmanje 5,0 metara od produžetka vanjskog ruba kružnog dijela kolnika u raskrižju. Ovo izmicanje je potrebno kako bi se osigurao prostor za najmanje jedno vozilo koje pri izlasku iz raskrižja čeka prelazak pješaka preko pješačkog prijelaza [10].

### 3. Analiza prostorno-prometne dokumentacije grada Križevaca

U ovom poglavlju detaljnije će se analizirati prostorna-prometna dokumentacija grada Križevaca. Grad Križevci trenutno nemaju izrađenu prometnu studiju, a od dostupnih dokumenata koji su se analizirali u ovom radu može se izdvoji Generalni urbanistički plan i Prostorni plan uređenja.

Grad Križevci smješten je u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske, nalazi se u Koprivničko – križevačkoj županiji. Prostire se na 263,72 km<sup>2</sup> te imaju 22.122 stanovnika s okolnim naseljima, a u samom gradu Križevcima, prema popisu iz 2011. godine 11.231 stanovnik. Grad Križevci nalazi se na glavnom cestovnom i željezničkom prometnom pravcu koji povezuje grad Zagreb s Republikom Mađarskom. S obzirom na to da se grad Zagreb nalazi na udaljenosti od 57 kilometara od Križevaca, grad Varaždin 48 kilometara, grad Koprivnica 31 kilometar, te grad Bjelovar 33 kilometra, može se reći da Križevci imaju izrazito povoljan geoprometni položaj [11].

Slika 8. prikazuje položaj grada Križevaca te bitne prometnice, a to su brza cesta DC10 i dvije državne ceste D22 i D41.



Slika 8. Položaj grada Križevaca

Izvor: [15]

U prostorni plan grada Križevaca pripadaju još četiri općine, to su abecednim redom: Gornja Rijeka, Kalnik, Sveti Ivan Žabno i Sveti Petar Orehovec. Obuhvaća prostor zapadnog dijela Županije.

Prema prostornom planu grada Križevaca prometnu infrastrukturu obuhvaćaju brze ceste, državne ceste, županijske ceste, lokalne ceste i nerazvrstane ceste te pripadajuće pješačke staze, biciklističke staze, parkirališta i ostale prometne objekte.

Gradom prolaze dvije državne ceste, D41 Koprivnica – Križevci – Zagreb i D22 u smjeru Bjelovar – Križevci – Varaždin. Navedene ceste prolaze kroz dio naselja i u neposrednoj blizini samog centra grada. Održavanje državnih cesta u dužini od 51,5 kilometara na području grada u potpunosti je u nadležnosti Hrvatskih cesta.

Na području grada nalazi se i 64 kilometara županijskih cesta od kojih otprilike 5 kilometara još nije asfaltirano te 102 kilometara lokalnih cesta, od kojih 30 kilometara nije asfaltirano. Navedenim cestama upravlja Županijska uprava za ceste i kod njihove rekonstrukcije ili nekog većeg zahvata u samom sufinanciranju sudjeluje i grad.

Zbog izrazito velikog broja naselja i velike površine koju zauzima grad, veliki je broj nerazvrstanih cesta otprilike oko 150 kilometara, od kojih 78 kilometara nije asfaltirano. Održavanje ovih cesta u nadležnosti je grada, a radi njihovog lošeg stanja i velikog broja cesta koje nisu asfaltirane, značajna sredstva potrebno je uložiti u njihovu modernizaciju. Veliki problem je što se dio tih cesta nalazi u samom gradu pa je potrebno urediti i komunalnu infrastrukturu, čime se troškovi znatno povećavaju.

Cestovna povezanost grada znatno je poboljšana izgradnjom brze ceste DC10, koja povezuje Križevce sa Zagrebom. Brza cesta dolazi do naselja Cubinec, te je spojena preko novo izgrađenog kružnog toka na državnu cestu D22 [11].

Tablica 3. prikazuje vrste i ukupne dužine cesta na području grada Križevaca.

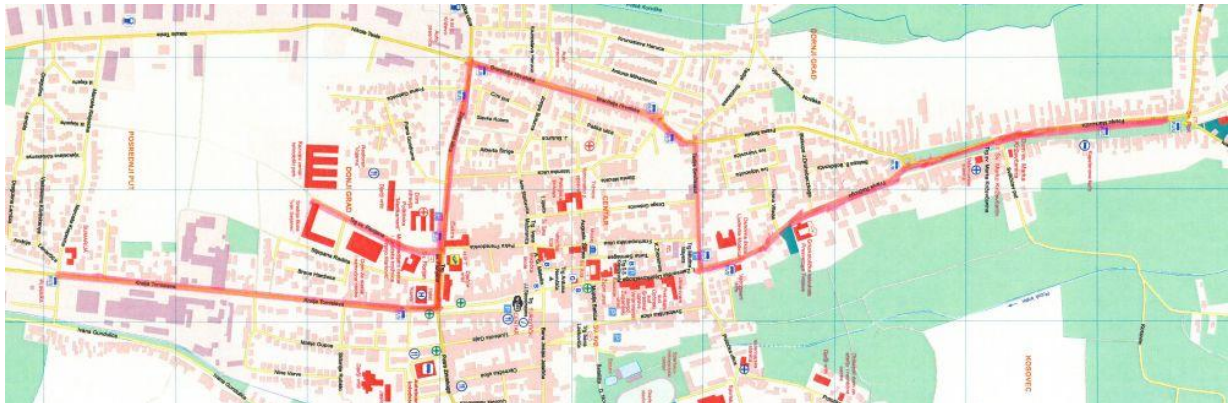
**Tablica 3.** Ceste na području grada Križevaca

	Vrsta ceste	Asfaltirano (km)	Neasfaltirano (km)	Ukupno (km)
1.	Državne ceste	51,5	0	51,5
2.	Županijske ceste	59	4,5	63,5
3.	Lokalne ceste	72,5	30	102,5
4.	Nerazvrstane ceste	72	78	150
Ukupno		242,5	112,5	355

Izvor: [11]

Većina gradskih cesta pokrivena je pješačkim stazama, dok je samo 3,9 kilometara biciklističkih staza. U planu je izgradnja dodatnih 4,5 kilometara biciklističkih staza čime bi se povezao južni dio grada od željezničkog kolodvora, sa sjevernim dijelom grada do gradskog groblja. Grad ima dovoljnu površinu parkirališnih prostora za otprilike 350 automobila, sama naplata istog uključena je u koncesiju [11].

Na Slici 9. prikazan je plan izgradnje novih pješačko biciklističkih staza.



**Slika 9.** Karta biciklističkih staza

Izvor: [18]

Daljnji razvoj prometne infrastrukture odnosi se na:

1. Izgradnju posebnog odvojka duljine 2,4 kilometra, kojim će se moći direktno s brze ceste pristupiti gospodarskoj zoni Gornji Čret
2. Rekonstrukciju kritičnih dionica i asfaltiranje preostalih županijskih i lokalnih cesta
3. Izgradnju pješačko biciklističkih staza u samom gradu i okolici
4. Izgradnju nadvožnjaka preko željezničko-cestovnog prijelaza na državnoj cesti D22 [11].



## **4. Analiza i kritični osvrt na postojeće stanje cestovne mreže na području Križevaca**

U diplomskom radu analizirat će se pojedini nedostaci na prometnoj mreži grada Križevaca. Predložit će se rekonstrukcija triju raskrižja, izgradnja semaforiskog uređaja za pješake u području osnovne škole i izgradnja nadvožnjaka na državnoj cesti D22 koja povezuje grad s brzom cestom za Zagreb. Izgradnjom brze ceste DC10 znatno se povećala prometna potražnja u južnom djelu grada, samim time smanjila se propusna moć raskrižja koja povezuje državnu cestu D41 za Koprivnicu s brzom cestom za Zagreb. Predložit će se rješenja na raskrižjima koja će smanjiti ili u potpunosti ukloniti prometne probleme, te povećati sigurnost prometa. Na Slici 10. prikazani su prometni problemi na području grada Križevaca:

1. Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića
2. Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha
3. Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase
4. Pješački prijelaz u Ulici Franje Račkog u blizini osnovne škole Ljudevita Modeca
5. Željezničko - cestovnog prijelaz na državnoj cesti D22.



Slika 10. Položaj prometnih problema na cestovnoj mreži grada Križevaca

Izvor: [16]

#### 4.1. Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića

Raskrižje se nalazi u istočnom dijelu grada na državnoj cesti D41 te se nalazi na samom putu za Koprivnicu.

Raskrižje je četverokrako i regulirano je prometnim znakovima. Broj prometnih trakova identičan je na svim privozima, jedino smjer istok ima posebni privoz za desne skretače u smjeru sjevera, odnosno iz smjera sjevera ima poseban privoz za lijeve skretače u smjeru istoka.



**Slika 11.** Položaj raskrižja Ulice Petra Zrinskog - Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića - Ulice Ivana Gundulića

Izvor: [15]

Problematika navedenog raskrižja nastaje zbog povećanja broja lijevih skretača iz smjera Koprivničke ulice odnosno Koprivnice u Ulicu Ivana Gundulića kroz koju se promet preusmjerava prema novoizgrađenoj brznoj cesti DC10. Jedan od razloga rekonstrukcije raskrižja je preusmjeravanje prometa zbog sve većeg repa čekanja za skretanje u lijevo na sljedećem raskrižju koje se nalazi u samom centru grada. Rekonstrukciju je potrebno izvršiti i iz razloga smirivanja prometa kroz grad na državnoj cesti D41 jer se u samoj blizini predloženog raskrižja nalazi osnovna škola, tako da veliki broj djece prolazi tim područjem.



Slika 12. Pogled na raskrižje s istočnog privoza

#### **4.2. Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha**

Raskrižje se nalazi u južnom dijelu grada na državnoj cesti D22. Četverokrakog je tipa te je regulirano prometnim znakovima. Broj trakova na svim privozima je jednak, odnosno jedna je prometna trak za sva tri dozvoljena smjera kretanja. Glavni smjer prolazi Ulicom kralja Tomislava. Izvedena su tri pješačka prijelaza (sjever, jug i zapad) dok na istočnom dijelu privoza ne postoji pješački prijelaz.



Slika 13. Položaj raskrižja Ulice kralja Tomislava - Ulice Ivana Gundulića - Ulice Marcela Kiepacha

Izvor: [15]

Problematika ovog raskrižja je prometno zagušenje na sporednim privozima u vrijeme vršnog sata, nedostatak pješačkog prijelaza na istočnom privozu, razvijanje velike brzine osobnih i teretnih vozila na izrazito ravnom predjelu trase.



Slika 14. Pogled na raskrižje s južnog privoza

### 4.3. Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

Raskrižje se nalazi u sjeverozapadnom dijelu grada Križevaca, četverokrakog je tipa te ima isti broj prometnih trakova, te je regulacija prometa izvedena horizontalnom i vertikalnom signalizacijom. Glavni smjerovi su na državnoj cesti D22 sjever – jug. Pješački prijelazi izvedeni su samo preko sjevernog i zapadnog privoza.



**Slika 15.** Položaj raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske - Ulice Frana Supila - Ulice Tadije Smičiklase

Izvor: [15]

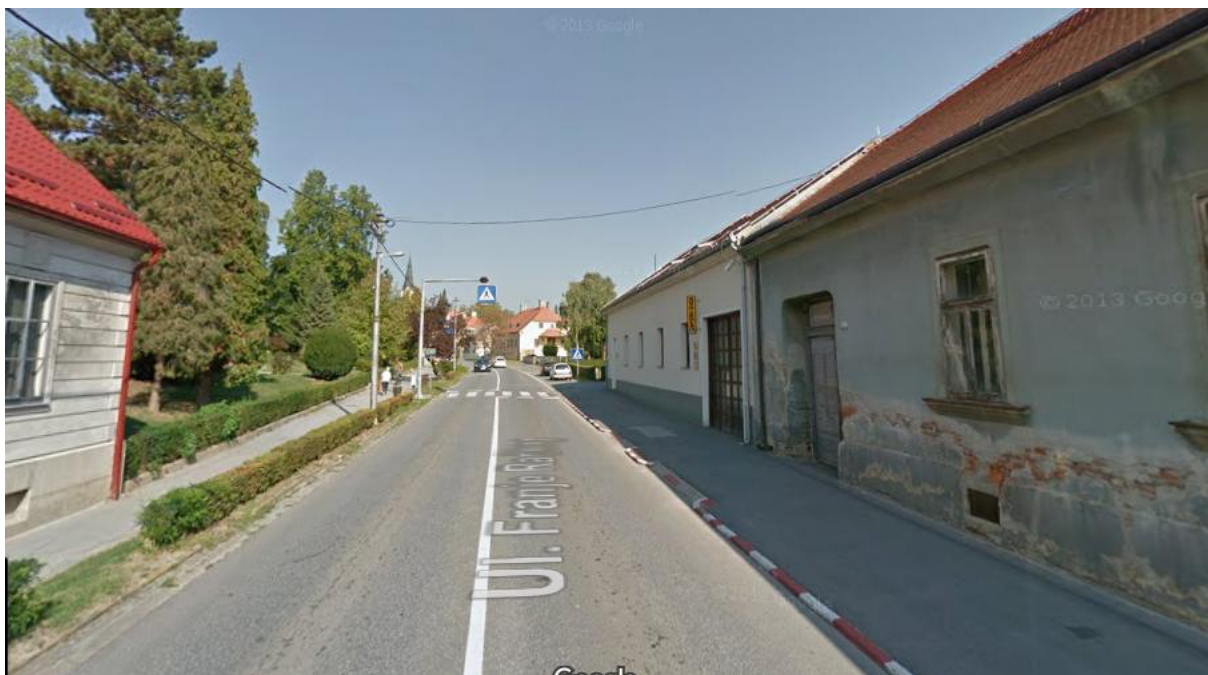
Javlja se smanjena preglednost raskrižja koja je narušena izvedenim objektom uz sjeverni dio te se iz zapadnog privoza Ulice Tadije Smičiklase znatno otežano uključuje na glavnu prometnicu.



**Slika 16.** Pogled na raskrižje s južnog privoza

#### **4.4. Pješački prijelaz u Ulici Franje Račkog u blizini osnovne škole Ljudevita Modeca**

Problematika koja nastaje na ovom dijelu ceste je veliki broj djece koja iz škole idu na tjelesni i zdravstveni odgoj u sportsku dvoranu koja je u neposrednoj blizini. Ograničenje brzine je 40 km/h ali se mnogi vozači ne pridržavaju toga te su djeca ugrožena kada prelaze cestu. Na Slici 17. prikazan je pješački prijelaz.



**Slika 17.** Pješački prijelaz u neposrednoj blizini osnovne škole Ljudevita Modeca

Izvor: [15]



#### 4.5. Željezničko - cestovni prijelaz na državnoj cesti D 22

Željezničko - cestovni prijelaz stvara velike repove čekanja zbog izrazito gustog prometa na državnoj cesti D22, te veliki broj vlakova koji prolazi prugom koja povezuje glavni grad Zagreb s Republikom Mađarskom.



**Slika 18.** Cestovno - željeznički prijelaz na državnoj cesti D 22

Izvor: [15]

## **5. Analiza podataka o brojanju prometa na odabranim lokacijama u Križevcima**

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Dobiveni podaci brojanja prometa predstavljaju trenutačnu odnosno stvarnu dinamiku prometnih tokova. Razlozi analiziranja postojeće situacije su kontrolno brojanje, projektiranje novih raskrižja, rekonstrukcija postojećih ili određivanje signalnog plana semaforiziranog raskrižja. Potrebno je odrediti vremenski period unutar kojih će se brojanje provoditi. Brojanje se može provoditi tijekom jednog ili više dana, kontrolirano ili nekontrolirano. Isto tako potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana. Glavna podjela načina brojanja prometa je na:

1. Statičko brojanje prometa
2. Dinamičko brojanje prometa
3. Naplatno brojanje prometa

Sva ta brojanja prometa mogu se izvršiti:

1. Ručno
2. Automatski
3. Kamerom
4. Satelitsko [12]

### **5.1. Statičko brojanje prometa**

Kod statičkog brojenja prometa broje se vozila koja u određenom vremenskom razmaku prođu kroz određeni presjek ceste. Dobiveni podaci kod statičkog brojenja su podaci o opterećenju prometnice i ne pokazuju rezultate o prostornoj raspodjeli prometnih tokova. Statičko brojanje prometa se koristi za određivanja dimenzija kolnika i raskrižja, a može se izvršiti ručno ili automatski [12].

## **5.2. Dinamičko brojanje prometa**

Dinamičko brojanje prometa daje odgovore na pitanje "odakle" i "kamo" se kreću pojedini prometni tokovi motornih vozila te utvrđuje jačinu i smjer prometnih strujanja i osnovni je element za planiranje cestovne mreže i većih prometnih područja. Dinamička brojenja usporavaju odvijanje prometa pa se zbog toga treba pažljivo odabrati mjesto za brojenje, a preporučljivo je brojanje odraditi uz pomoć policije, radi upravljanja prometom na mjestu brojenja. Dinamičko brojanje iziskuje mnogo vremena, više osoba za brojenje, te za obradu sakupljenih podataka [12].

## **5.3. Naplatno brojanje prometa**

Naplata za korištenje cestovnih objekata i cestovne infrastrukture koja se primjenjuje u Republici Hrvatskoj daje mogućnost bilježenja odgovarajućih podataka u informacijsku bazu podataka i s podacima o vremenu korištenja objekta, vrsti vozila po kategoriji, te o točkama ulaska i izlaska na autocesti, tunelu ili mostu, te takvo brojenje prometa omogućuje kvalitetnije praćenje prometa po količini i prema vrsti vozila [12].

## **5.4. Ručno brojanje prometa**

Ručno brojanje prometa je najstarije i tehnološki najjednostavnije, a kod ručnog brojenja osoba odnosno brojač bilježi prolazak vozila određenim presjekom prometnice, odnosno brojačkim mjestom u obrazac po smjeru kretanja vozila, vrsti vozila i vremenu prolaska. Ručno brojanje je dobra metoda brojenja prometa u situacijama kada je potrebno izbrojiti promet na manjem raskrižju, međutim kada je potrebno brojanje prometa izvršiti na nekom od većih i složenijih raskrižja ili pak na području nekog naselja, grada, županije onda ručno brojanje i nije najbolji odabir [12].

**Tablica 4.** Brojački listić korišten kod brojanja

BROJAČKI LISTIĆ								
Datum: Ime i Prezime:			Brojačko mjesto: Lokacija:					
15 minutni	smjer	AO	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
15,00 - 15,15	RAVNO							
	LIJEVO							
	DESNO							

## 5.5. Automatsko brojanje prometa

Na karakterističnim presjecima svih važnijih prometnica u Republici Hrvatskoj provodi se automatsko brojanje prometa, a provodi ga poduzeće za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta Hrvatske ceste d.o.o. Podaci o brojanju prometa sustavno se obrađuju, pohranjuju i objavljuju za svaku godinu te su javno dostupni i moguće ih je preuzeti u digitalnom obliku s internetskih stranica Hrvatskih cesta d.o.o. [12].

## 5.6. Brojanje prometa na predmetnim raskrižjima

Brojanje na pojedinim lokacijama vezanim uz temu diplomskog rada vršilo se je ručno. Kao mjerodavan dan uzet je četvrtak, za vršni sat određeno je vrijeme od 15:00 do 16:00. Kao vršni sat može se uzeti i vrijeme u jutarnjem terminu, ali pretpostavkom većeg prometnog opterećenja uzet je popodnevni vršni sat.

Promet je izbrojan na tri raskrižja, u svim smjerovima, u intervalima od po 15 minuta, te su izbrojana vozila svrstana u 5 kategorija:

1. Osobni automobil (OA)
2. Teretno vozilo < 5t (LT)
3. Teretno vozilo > 5t (TT)
4. Autobus (BUS)
5. Motocikl (MOT)

### Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića

smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
zapad - istok	0-15	60	4	5	2	1	4	3
	15-30	55	3	6	2	0	5	5
	30-45	62	3	5	2	2	3	6
	45-60	60	5	6	2	2	5	4
	UKUPNO	237	15	22	8	5	17	18
SVEUKUPNO				322				

smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
zapad - jug	0-15	20	2	1	0	1	0	1
	15-30	21	2	0	0	3	0	1
	30-45	18	1	0	0	1	0	0
	45-60	19	3	0	0	2	0	0
	UKUPNO	78	8	1	0	7	0	2
SVEUKUPNO				96				

smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
zapad - sjever	0-15	25	1	0	0	0	0	0
	15-30	17	1	0	1	0	0	0
	30-45	22	0	1	0	2	0	0
	45-60	24	1	0	0	2	0	0
	UKUPNO	88	3	1	1	4	0	0
SVEUKUPNO				97				

sat	smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
5:00-16:00	istok - zapad	0-15	64	5	4	2	2	4	2
		15-30	57	4	5	1	1	3	2
		30-45	56	5	3	2	2	5	4
		45-60	60	5	4	1	2	3	1
		UKUPNO	237	19	16	6	7	15	9
SVEUKUPNO				309					

sat	smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
5:00-16:00	istok - sjever	0-15	30	2	0	0	1	0	0
		15-30	32	1	0	0	1	0	0
		30-45	37	2	1	0	2	0	0
		45-60	30	1	1	0	2	0	0
		UKUPNO	129	6	2	0	6	0	0
SVEUKUPNO				143					

sat	smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
5:00-16:00	istok - jug	0-15	26	1	0	0	1	0	0
		15-30	24	1	1	0	0	0	0
		30-45	22	0	0	0	2	0	0
		45-60	25	1	1	0	1	0	0
		UKUPNO	97	3	2	0	4	0	0
SVEUKUPNO				106					

Slika 19. Brojanje prometa Ulica Ivana Gundulića - Koprivnička ulica, istočni i zapadni privoz

smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
jug - sjever	0-15	11	2	1	0	1	5	0
	15-30	14	2	0	0	0	4	2
	30-45	12	1	0	0	2	4	3
	45-60	9	1	1	0	0	4	1
	UKUPNO	46	6	2	0	3	17	6
SVEUKUPNO				80				

smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
jug - istok	0-15	20	2	1	0	0	0	0
	15-30	19	1	2	0	2	0	0
	30-45	22	4	1	0	0	0	0
	45-60	27	2	1	0	1	0	0
	UKUPNO	88	9	5	0	3	0	0
SVEUKUPNO				105				

smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
jug - zapad	0-15	11	2	1	0	1	0	0
	15-30	8	2	0	0	0	0	0
	30-45	13	1	0	0	1	0	0
	45-60	14	1	0	0	0	0	0
	UKUPNO	46	6	1	0	2	0	0
SVEUKUPNO				55				

sat	smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
5:00-16:00	sjever - jug	0-15	21	2	2	0	0	5	1
		15-30	29	0	0	0	1	2	2
		30-45	25	2	1	0	0	4	2
		45-60	28	1	0	0	1	4	1
		UKUPNO	103	5	3	0	2	15	6
SVEUKUPNO				134					

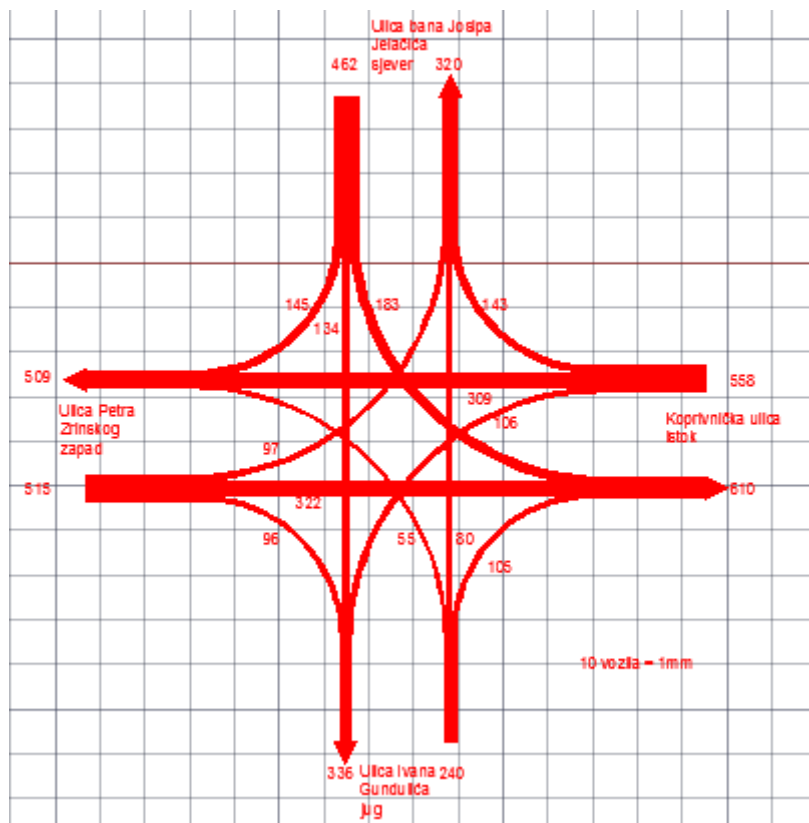
  

sat	smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
5:00-16:00	sjever - zapad	0-15	33	2	1	0	2	0	0
		15-30	29	3	0	0	3	0	0
		30-45	30	1	2	0	2	0	0
		45-60	32	2	0	0	3	0	0
		UKUPNO	124	8	3	0	10	0	0
SVEUKUPNO				145					

sat	smjer	15min - in	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
5:00-16:00	istok - zapad	0-15	40	4	1	0	3	2	1
		15-30	35	3	1	0	1	3	2
		30-45	32	4	0	0	2	3	1
		45-60	36	2	1	0	2	2	2
		UKUPNO	143	13	3	0	8	10	6
SVEUKUPNO				183					

Slika 20. Brojanje prometa Ulica bana Josipa Jelačića i Ulice Ivana Gundulića, sjeverni i južni privoz



Slika 21. Grafički prikaz prometnog opterećenja Ulice Ivana Gundulića - Ulice bana Josipa Jelačića - Koprivničke ulice - Ulica Petra Zrinskog

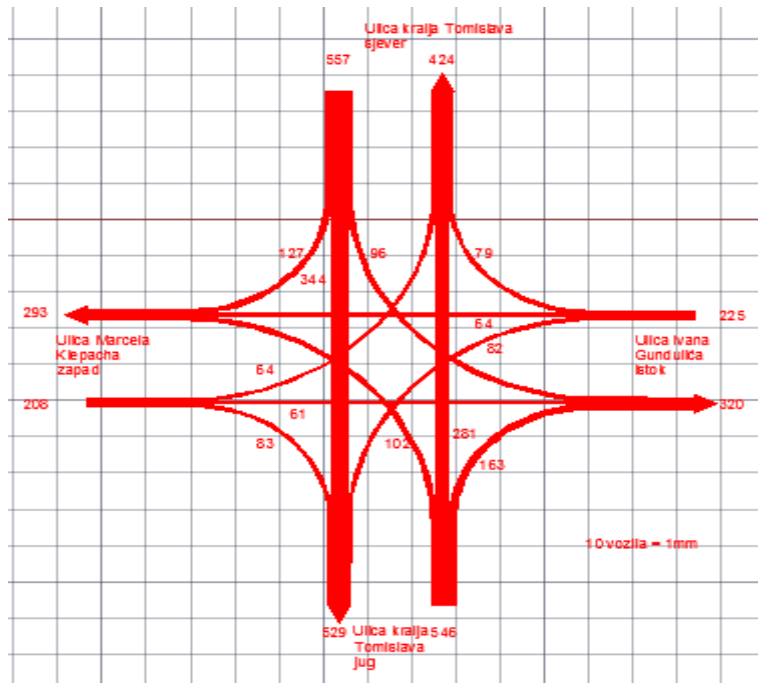
### Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepača

sat	smjer	15min - ir/OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL	
15:00-16:00	sjever - jug	0-15	70	2	4	1	1	4	3
		15-30	67	2	5	2	0	5	5
		30-45	62	4	5	1	2	3	6
		45-60	68	5	4	2	2	5	4
		UKUPNO	267	13	18	6	5	17	18
	SVEUKUPNO	344							
15:00-16:00	jug - sjever	0-15	52	3	5	3	1	4	2
		15-30	55	2	4	1	1	3	1
		30-45	52	3	3	1	2	3	6
		45-60	60	3	4	1	2	3	1
		UKUPNO	219	11	16	6	6	13	10
	SVEUKUPNO	281							
15:00-16:00	sjever - zapad	0-15	30	1	0	0	1	2	1
		15-30	22	2	0	0	3	1	1
		30-45	28	1	0	0	1	3	0
		45-60	25	0	0	0	2	1	2
		UKUPNO	105	4	0	0	7	7	4
	SVEUKUPNO	127							
15:00-16:00	jug - istok	0-15	35	2	2	0	1	0	0
		15-30	30	3	4	0	0	0	0
		30-45	37	2	3	0	2	0	0
		45-60	36	2	2	0	2	0	0
		UKUPNO	138	9	11	0	5	0	0
	SVEUKUPNO	163							
15:00-16:00	sjever - istok	0-15	19	1	2	0	0	2	1
		15-30	15	4	0	0	0	4	0
		30-45	16	0	1	0	2	1	0
		45-60	20	1	0	0	2	4	1
		UKUPNO	70	6	3	0	4	11	2
	SVEUKUPNO	96							
15:00-16:00	jug - zapad	0-15	24	2	0	0	1	0	2
		15-30	20	1	0	0	0	1	0
		30-45	19	0	0	0	0	2	1
		45-60	25	1	0	0	1	1	1
		UKUPNO	88	4	0	0	2	4	4
	SVEUKUPNO	102							

Slika 22. Brojanje prometa Ulica kralja Tomislava, sjeverni i južni privoz

sat	smjer	15min - h	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
15:00-16:00	istok - zapad	0-15	5	2	0	0	1	6	0
		15-30	10	0	0	0	0	6	0
		30-45	12	1	0	0	0	4	0
		45-60	11	0	0	0	0	5	1
		UKUPNO	38	3	0	0	1	21	1
		SVEUKUPNO	64						
15:00-16:00	istok - sjever	0-15	20	2	1	0	0	0	0
15-30		17	1	0	0	0	0	0	
30-45		16	0	0	0	0	0	0	
45-60		20	1	1	0	0	0	0	
UKUPNO		73	4	2	0	0	0	0	
SVEUKUPNO		79							
15:00-16:00	istok - jug	0-15	15	2	3	0	1	0	0
15-30		19	1	2	0	0	0	0	
30-45		16	1	3	0	0	0	0	
45-60		17	1	1	0	0	0	0	
UKUPNO		67	5	9	0	1	0	0	
SVEUKUPNO		82							
15:00-16:00	zapad - istok	0-15	12	0	0	0	0	2	1
15-30		10	0	0	0	0	0	4	0
30-45		13	0	0	0	0	0	1	0
45-60		12	0	0	0	0	1	4	1
UKUPNO		47	0	0	0	0	1	11	2
SVEUKUPNO		61							
15:00-16:00	zapad - jug	0-15	20	0	0	0	2	0	0
15-30		15	0	0	0	2	0	0	
30-45		17	0	0	0	2	0	0	
45-60		23	0	0	0	2	0	0	
UKUPNO		75	0	0	0	8	0	0	
SVEUKUPNO		83							
15:00-16:00	zapad - sjever	0-15	12	0	0	0	1	2	1
15-30		11	0	0	0	1	3	1	
30-45		12	0	0	0	2	2	1	
45-60		10	0	0	0	2	2	1	
UKUPNO		45	0	0	0	6	9	4	
SVEUKUPNO		64							

Slika 23. Brojanje prometa Ulica Marcela Kiepacha - Ulica Ivana Gundulića, istočni i zapadni privoz



Slika 24. Grafički prikaz prometnog opterećenja Ulice Marcela Kiepacha - Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića

## Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

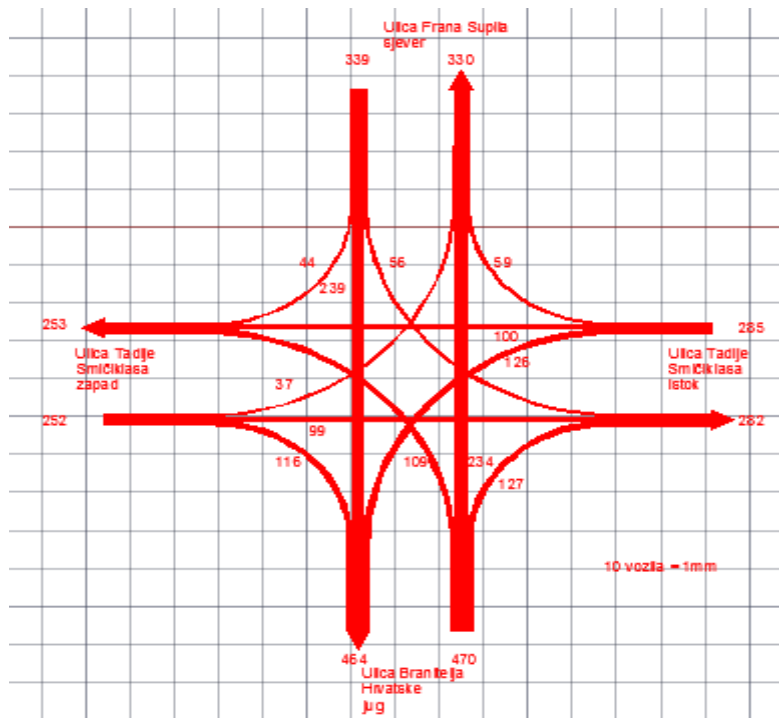
sat	smjer	15min - ir	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
15:00-16:00	zapad - istok	0-15	15	2	0	0	2	10	1
		15-30	13	0	2	0	1	5	1
		30-45	14	1	0	0	2	5	2
		45-60	14	0	0	0	2	6	1
		UKUPNO	56	3	2	0	7	26	5
	SVEUKUPNO	99							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	zapad - sjever	0-15	5	1	0	0	1	2	1
		15-30	2	0	0	0	3	2	1
		30-45	4	1	1	0	1	4	0
		45-60	4	0	0	0	2	2	0
		UKUPNO	15	2	1	0	7	10	2
	SVEUKUPNO	37							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	zapad - jug	0-15	20	1	0	0	0	4	2
		15-30	22	2	1	0	1	4	0
		30-45	24	2	1	0	1	3	0
		45-60	21	1	0	0	2	3	1
		UKUPNO	87	6	2	0	4	14	3
	SVEUKUPNO	116							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	istok - zapad	0-15	20	0	1	0	0	1	3
		15-30	17	2	0	0	0	2	2
		30-45	20	1	0	0	1	2	3
		45-60	18	0	1	0	0	4	1
		UKUPNO	75	3	2	0	2	11	7
	SVEUKUPNO	100							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	istok - jug	0-15	27	2	1	0	1	2	1
		15-30	25	1	0	1	2	0	2
		30-45	24	1	0	1	0	2	1
		45-60	28	1	1	0	1	1	0
		UKUPNO	104	5	2	2	4	5	4
	SVEUKUPNO	126							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	istok - sjever	0-15	14	1	1	0	0	2	0
		15-30	10	0	0	0	0	2	1
		30-45	9	1	0	0	0	2	0
		45-60	11	1	0	0	1	2	1
		UKUPNO	44	3	1	0	1	8	2
	SVEUKUPNO	59							

Slika 25. Brojanje prometa Ulica Tadije Smičiklase, zapadni i istočni privoz

sat	smjer	15min - ir	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠACI	BICIKL
15:00-16:00	zapad - jug	0-15	20	1	0	0	0	4	2
		15-30	22	2	1	0	1	4	0
		30-45	24	2	1	0	1	3	0
		45-60	21	1	0	0	2	3	1
		UKUPNO	87	6	2	0	4	14	3
	SVEUKUPNO	116							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	istok - sjever	0-15	14	1	1	0	0	2	0
		15-30	10	0	0	0	0	2	1
		30-45	9	1	0	0	0	2	0
		45-60	11	1	0	0	1	2	1
		UKUPNO	44	3	1	0	1	8	2
	SVEUKUPNO	59							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	jug - sjever	0-15	35	5	10	2	2	4	3
		15-30	32	4	6	2	1	3	2
		30-45	37	5	8	2	2	5	4
		45-60	39	5	6	2	2	3	3
		UKUPNO	143	19	30	8	7	15	12
	SVEUKUPNO	234							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	sjever - jug	0-15	40	5	10	2	2	5	1
		15-30	35	4	9	2	1	2	1
		30-45	37	4	10	3	2	4	1
		45-60	41	3	7	2	1	4	1
		UKUPNO	153	16	36	9	6	15	4
	SVEUKUPNO	239							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	jug - zapad	0-15	20	2	0	0	1	2	1
		15-30	22	1	1	0	1	1	0
		30-45	18	2	1	0	2	2	1
		45-60	24	1	1	0	2	2	1
		UKUPNO	84	6	3	0	6	7	3
	SVEUKUPNO	109							
sat	smjer	15min - ir	OA <td>LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td></td>	LT <td>TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td></td>	TT <td>BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td></td>	BUS <td>MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td></td>	MOT <td>PJEŠACI <td>BICIKL </td></td>	PJEŠACI <td>BICIKL </td>	BICIKL
15:00-16:00	sjever - istok	0-15	8	1	1	0	2	2	0
		15-30	10	1	0	0	1	0	2
		30-45	12	1	0	0	0	2	0
		45-60	10	1	0	0	1	1	0
		UKUPNO	40	4	1	0	4	5	2
	SVEUKUPNO	56							

Slika 26. Brojanje prometa Ulice Branitelja Hrvatske- ulice Frana Supila, sjeverni i južni privoz





Slika 27. Grafički prikaz prometnog opterećenja Ulice Tadija Smičiklase - Ulice Frana Supila - Ulice Branitelja Hrvatske

## 5.7. Analiza prometnih nesreća na području grada Križevaca

Prometna nesreća je događaj na cesti u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta. Nije prometna nesreća kada je radno vozilo, radni stroj, moto kultivator, traktor ili zaprežno vozilo krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta [3].

Policijska uprava Koprivničko – križevačka ustupila je podatke o prometnim nesrećama na području grada Križevaca u posljednjih pet godina. Prometne nesreće razvrstane su u tri kategorije:

1. Prometne nesreće s poginulim osobama

2. Prometne nesreće s povrijeđenim osobama
3. Prometne nesreće s materijalnom štetom

**Tablica 5.** Broj prometnih nesreća na području grada Križevca

vrsta nesreće / godina	2012	2013	2014	2015	2016
Prometna nesreća s poginulim osobama	0	1	1	1	0
Prometna nesreća s povrijeđenim osobama	18	23	31	33	25
Prometna nesreća s materijalnom štetom	52	52	59	39	41
<b>Ukupno</b>	<b>70</b>	<b>76</b>	<b>91</b>	<b>73</b>	<b>66</b>

Izvor: [13]

Analiziran je broj nesreća na odabranim raskrižjima u diplomskom radu.

**Tablica 6.** Broj prometnih nesreća na odabranim raskrižjima

Mjesto nesreće	Godina	Broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama
Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića	2012	3	2
	2013	1	1
	2014	1	0
	2015	2	1
	2016	4	0
Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha	2012	0	0
	2013	1	1
	2014	0	2
	2015	0	0
	2016	2	0
Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase	2012	0	0
	2013	2	1
	2014	1	0
	2015	1	0
	2016	0	0

Izvor : [13]

## **6. Prijedlozi poboljšanja postojeće cestovne mreže i odabranih raskrižja na području Križevaca**

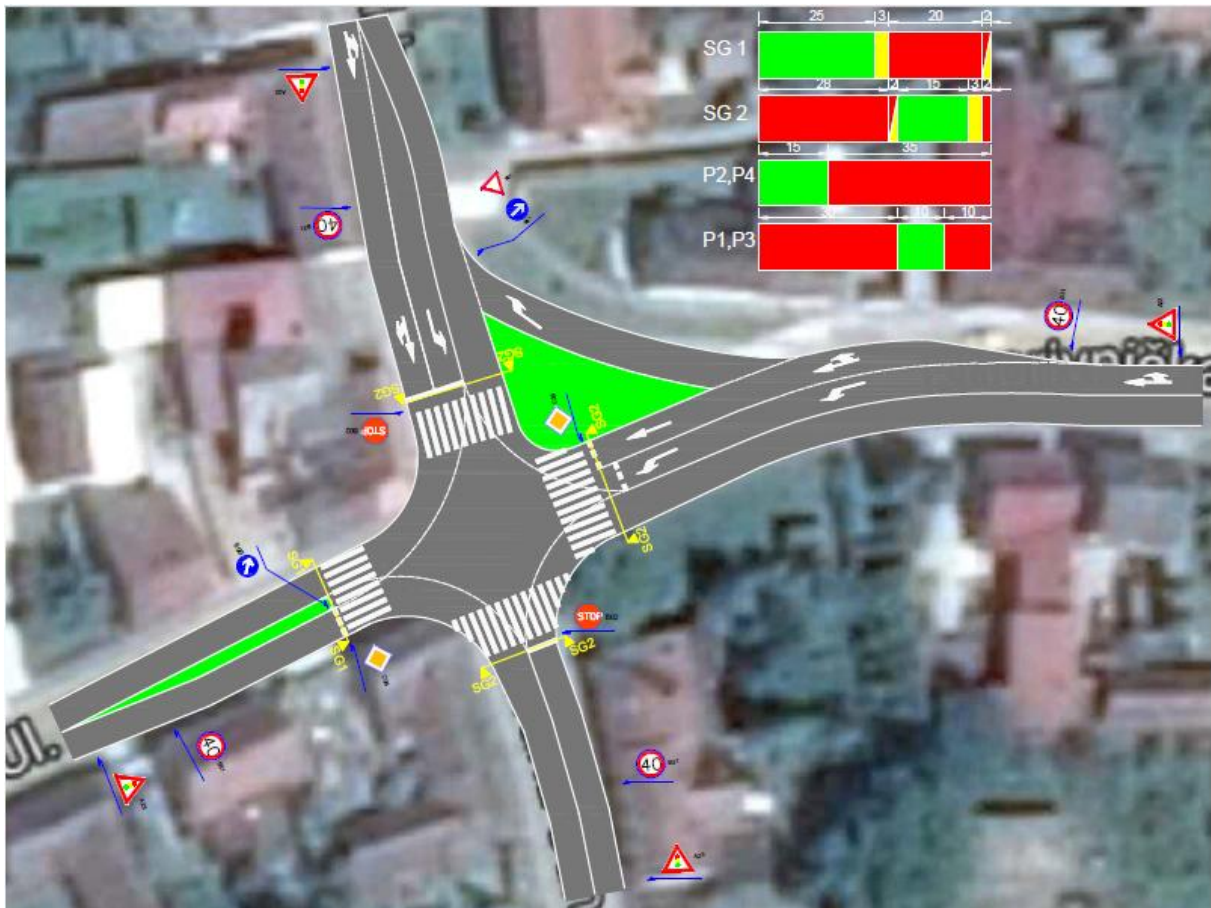
U ovom poglavlju rada predložit će se neka od rješenja navedenih prometnih problema postojećeg stanja u gradu. Za raskrižja bit će predložena varijantna rješenja koja su predložena na temelju prikupljenih podataka u prethodnim poglavljima. Rekonstrukcijom moguće je pridonijeti povećanju propusne moći i sigurnost, ne samo u području rekonstrukcije već na cijeloj dionici.

### **6.1. Prijedlog poboljšanja prometnog problem „1“**

Prometni problem javlja se na raskrižju Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića. Raskrižje je četverokrakog tipa s istim brojem prometnih trakova na svim smjerovima. Lijevo skretanje iz Ulice bana Josipa Jelačića (sjeverni privoz) se ostvaruje s lijeve strane prometnog otoka pri čemu se navedena vozila uključuju na glavni smjer pod vrlo nepovoljnim kutom. Desna skretanja s istočnog privoza odvojena su prometnim otokom. Širina prometnih traka na glavnom smjeru iznosi 3,5 metara, dok na sporednim privozima iznosi nešto manje odnosno 3 metra.

Grafički prikaz prometnih tokova za popodnevni vršni sat prikazan je na Slici 21., prikazuje analizirane podatke o brojanju prometa. Na grafičkom prikazu prikazano je veće prometno opterećenje na glavnom privozu (istok - zapad ; zapad - istok). Udio lijevih skretača najveći je na sjevernom privozu te iznosi 40% od ukupnog broja vozila na tom privozu. Istočni i zapadni privoz generiraju 19% lijevih skretača. Desnih skretača ima najviše na južnom privozu čak 45% od ukupnog broja vozila na tom privozu. Sjeverni privoz generira 31%, a istočni 19% desnih skretača.

Nedostatak ovog raskrižja je što se stvara rep čekanja za vrijeme vršnog perioda kod lijevih skretača s glavnog privoza, te samim time vozila koja idu ravno isto se zadržavaju u repu čekanja. Rekonstrukcija raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa nije moguća zbog nedostatka prostora za prolazak mjerodavnog vozila. Zato se predlaže semaforizacija raskrižja te izgradnja dodatnih trakova za lijeve skretače. Semaforizacija spomenutog raskrižja pridonijela bi smanjenju repova čekanja, te povećanju sigurnosti u raskrižju i smanjenju brzine u istom. Semaforizacija raskrižja bila bi dvofaznim sustavom prometnim svjetlima u trajanju ciklusa od 50 sekundi. Detaljniji prikaz rekonstrukcije raskrižja vidljiv je u „PRILOGU 1.“.



**Slika 28.** Izgled rekonstruiranog raskrižja i signalnog plana raskrižja Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića

Kao prijedlog poboljšanja izrađena je semaforizacija raskrižja u dvije signalne grupe. Predloženo je fiksno upravljanje, a u novoj drugoj fazi predlaže se prometno ovisno upravljanje. Ciklus cijelog rada signalne grupe iznosi 50 sekundi. U prvoj signalnoj grupi

zeleno svjetlo iznosi 25 sekundi, a crveno svjetlo 20 sekundi, dok bi u drugoj signalnoj grupi crveno svjetlo iznosilo 30 sekundi, a zeleno svjetlo 15 sekundi. U obje signalne grupe crveno - žuto iznosi 2 sekunde, a žuto 3 sekunde. Semaforizacijom raskrižja na ovaj način ujednačila bi se sigurnost odvijanja prometa, te bi se smanjio broj konfliktnih točaka. Proračun duljine trajanja ciklusa te trajanja pojedinih prometnih svjetala unutar signalne grupe rađen je prema smjernica iz HCM 2010 (1).

$$C_{\check{z}} = \frac{L}{1 - \left[ \frac{v_c}{1615 * PHF * C} \right]} \quad (1)$$

gdje je:

$C_{\check{z}}$  - duljina željenog trajanja ciklusa

L – ukupno izgubljeno vrijeme u fazi

PHF – faktor vršnog sata = 0,88

$v_c$  – ukupan kritični prometni tok

$v/c$  – stupanj zasićenja

Tablica 7. Prikazuje proračunata zaštitna međuvremena konfliktnih privoza, te zaštitna međuvremena koja su potrebna za siguran prolazak pješaka.

**Tablica 7.** Proračunata zaštitna međuvremena

	NALET							
	V1	V2	V3	V4	P1	P2	P3	P4
V1		6		6	4		7	
V2	6		6			5		6
V3				6	7		4	
V4	6		6			6		6
P1	7		5					
P2		12		11				
P3	6		8					
P4		9		10				

Slika 25. prikazuje provjeru trajektorija rekonstruiranog raskrižja pomoću programskog alata AutoTURN, gdje je kao mjerodavno vozilo uzet kamion s prikolicom u dužini od 18.71 metar.



Slika 29. Provjerene trajektorije u programskom alatu AutoTURN za raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića

## 6.2. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „2“

Prometni problem nalazi se na raskrižju Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepača u južnom dijelu grada. Trenutno stanje raskrižja je klasično četverokrako raskrižje s istim brojem prometnih trakova na svim privozima te je upravljano prometnim znakovima. Širina prometnice na glavnim privozima (sjever – jug, jug – sjever) iznosi 3,5 metra, a dok je na sporednim privozima 3 metra.

Prometno opterećenje izbrojano je u popodnevnom vršnom satu te je grafički prikazano na Slici 21. Udio lijevih skretača najveći je na istočnom privozu te iznosi 36% ukupnog

prometnog opterećenja na tom privozu. Istočni privoz generira 31% lijevih skretača dok na glavnim privozima iznosi nešto manje od 20%. Udio desnih skretača najveći je na zapadnom privozu te iznosi 40% ukupnog prometnog opterećenja, zapadni privoz generira 36% desnih skretača.

Nedostatak raskrižja je smanjena sigurnost zbog velikog broja vozila koja prolaze glavnim privozom i razvijaju veliku brzinu, te stvaranje repa čekanja na sporednim privozima. Izgradnjom raskrižja s kružnim tokom prometa smanjila bi se brzina u raskrižju te bi se povećala znatno sigurnost u samom raskrižju, smanjio bi se broj konfliktnih točaka i smanjili bi se repovi čekanja na sporednim privozima. Detaljan prikaz rekonstrukcije raskrižja vidljiv je u „PRILOGU 2.“.



**Slika 30.** Izgled rekonstruiranog raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

Kao mjera poboljšanja na analiziranom raskrižju predlaže se izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa. Na postojećem stanju četverokrakog raskrižja izgradilo bi se kružno raskrižje s unutarnjim polumjerom od 6 metara, te dodatan 1 metar provozno za nesmetan promet teretnih vozila, dok bi vanjski polumjer kružnog raskrižja iznosio 12 metara. Dimenzije polumjera odgovaraju za prohodnost mjerodavnih vozila kao što je vidljivo na Slici 31. Širina prometnih traka na ulazu i izlazu iz kružnog raskrižja iznosi 4,5 metara te se reducira na 3,5 metra što je i dalje dovoljno za prohodnost mjerodavnog vozila. Ulazni odnosno izlazni radijusi kružnog raskrižja iznose 12 metara. Na svakom privozu uzdignuti su otoci širine 2 metra te dužine od 15 metara kako bi se povećala sigurnost pješaka i biciklista.



**Slika 31.** Provjerene trajektorije u programskom alatu AutoTURN za raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

### 6.3. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „3“

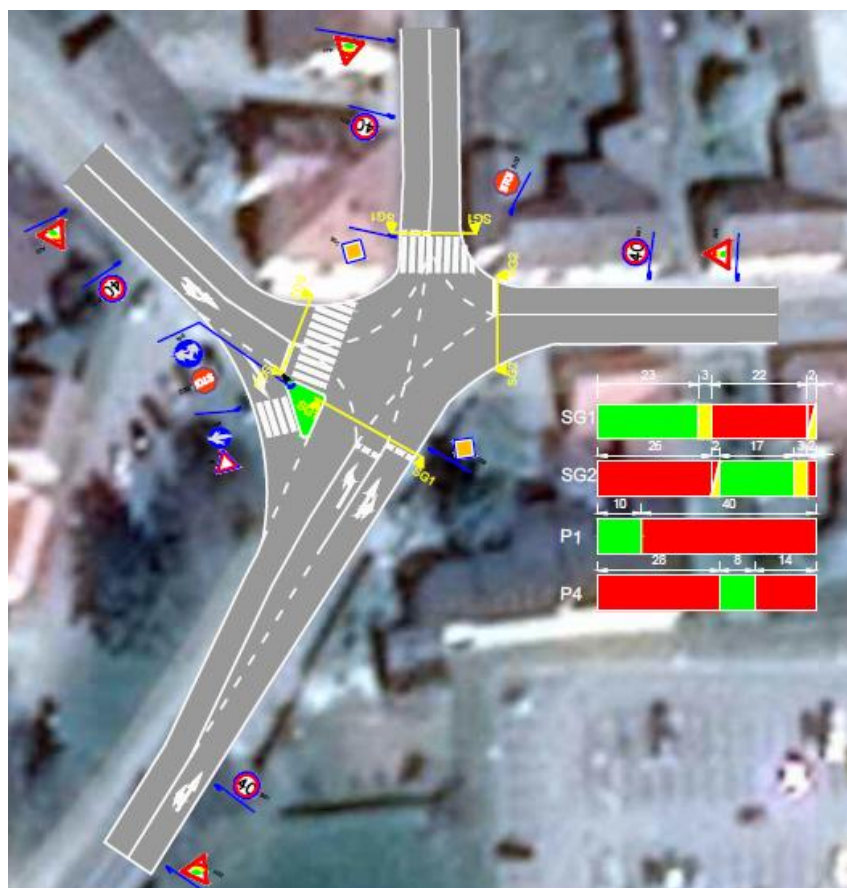
Kao treće rješenje poboljšanja prometnog sustava na području grada Križevaca predlaže se rekonstrukcija raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa. Raskrižje je smješteno u sjeverozapadnom dijelu grada. Ima četiri privoza s istim



brojem prometnih trakova na svim privozima, odnosno jednim prometnim trakom. Glavni smjer proteže se od sjevera prema jugu, te u obratno od jug prema sjeveru.

Prometno opterećenje raskrižja izbrojano je u popodnevnom vršnom satu te je prikazano grafički na Slici 27. Udio lijevih skretača najveći je na istočnom privozu iznosi 44%, dok je na ostalim privozima udio lijevih skretača približno 20%. Udio desnih skretača najviše ima na zapadnom privozu 46%, od ostalih privoza južni ima 27% desnih skretača, te istočni 21%.

Nedostatak raskrižja nastaje u vršnim satima prometnog opterećenja, te se stvaraju repovi čekanja na sporednim privozima. Rekonstrukcija raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa nije moguća zbog nedostatka prostora za prolazak mjerodavnog vozila. Zato se predlaže semaforizacija raskrižja kako bi se riješio problem repova čekanja na sporednim privozima, te bi se znatno povećala sigurnost u samom raskrižju. Velika problematika je smanjena preglednost sa zapadnog privoza zbog stambenog objekta, te se trenutno pomoću prometnog zrcala određuje prometna preglednost prema sjevernom privozu. Detaljan prikaz rekonstrukcije raskrižja vidljiv je u „PRILOGU 3.“



**Slika 32.** Izgled rekonstruiranog raskrižja i signalnog plana za raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

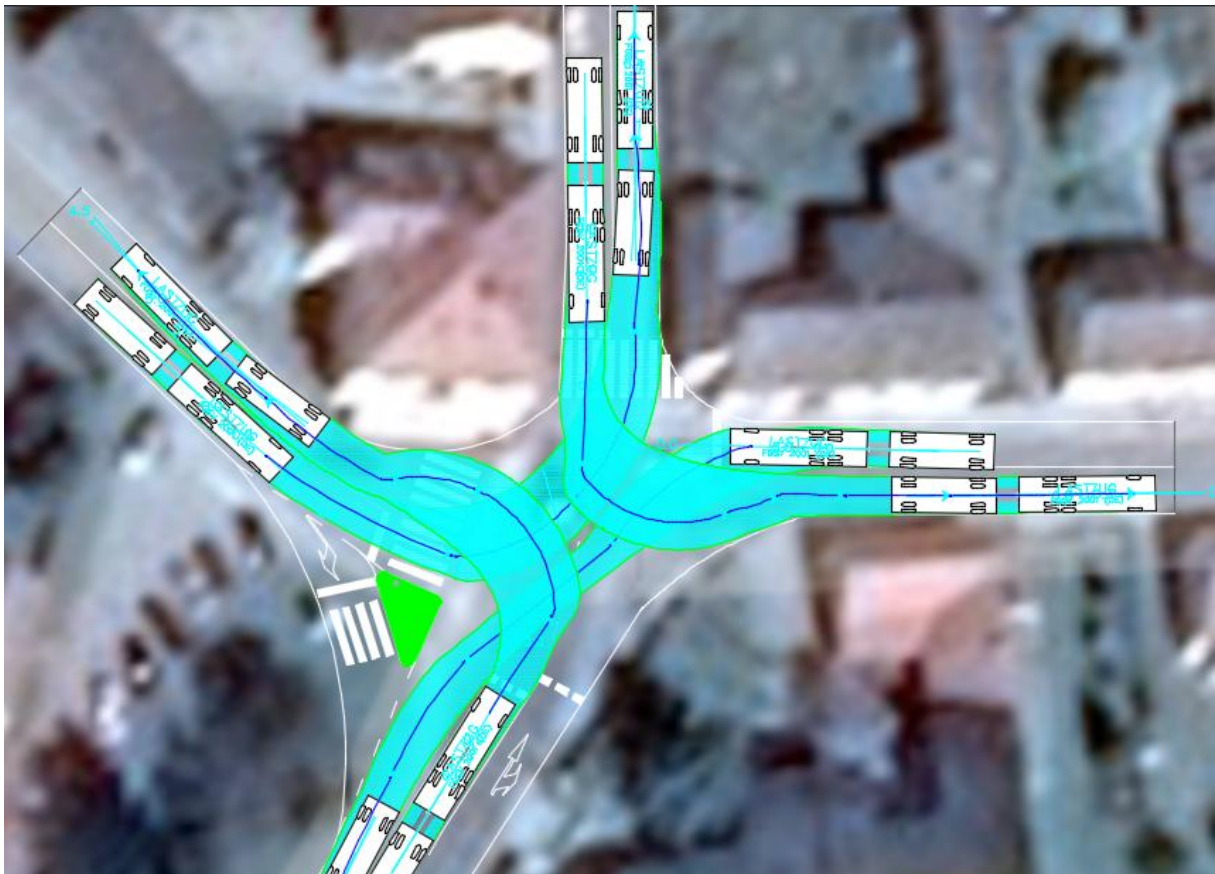
Kao prijedlog poboljšanja predložena je rekonstrukcija raskrižja izgradnja dodatnog prometnog traka na južnom privozu, te semaforizacija raskrižja u dvije signalne grupe. Predloženo je fiksno upravljanje, a u novoj drugoj fazi predlaže se prometno ovisno upravljanje. Semaforizacijom ujednačila bi se sigurnost na samom raskrižju, smanjila brzina i smanjio bi se broj konfliktnih točaka. Proračun duljine trajanja ciklusa te trajanja pojedinih prometnih svjetala unutar signalne grupe rađen je prema smjernica iz HCM 2010 (formula (1)). Ciklus rada signalnog plana iznosio bi 50 sekundi. U prvoj signalnoj grupi zeleno svjetlo iznosi 23 sekundi, a crveno svjetlo 22 sekunde. U drugoj signalnoj grupi zeleno svjetlo iznosi 17 sekundi, a crveno svjetlo 28 sekundi. U obje signalne grupe crveno – žuto iznosi 2 sekunde, a žuto svjetlo 3 sekunde.

Tablica 8. Prikazuje proračun zaštitni međuvremena koja su izrađena prema smjernicama iz HCM 2010.

**Tablica 8.** Proračunata zaštitna međuvremena

PRAŽNENJE	NALET					
	V1	V2	V3	V4	P1	P4
V1		5		5	5	
V2	5		5			5
V3		5		5	4	
V4	5		5			4
P1	9		8			
P4		5		7		

Slika 33. Prikazuje prolazak mjerodavnog vozila raskrižjem u programskom alatu AutoTURN.



**Slika 33.** Provjerene trajektorije u programskom alatu AutoTURN za raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

## 6.4. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „4“

Pješački prijelaz u blizini osnovne škole Ljudevita Modeca stvara prometni problem na cestovnoj mreži grada Križevaca. Velika količina djece prolazi pješačkim prijelazom na tjelesni zdravstveni odgoj u športsku dvoranu koja je udaljena 500 metara. Semaforizacijom pješačkog prijelaza znatno bi se povećala sigurnost djece. Predloženi semafor sastojao bi se od pješačko – pozivnog semafora i mjerača brzine s tekstualnom porukom. Ovisno o brzini vozila, mjerači brzine upravljaju radom semafora. Tako vozači uočavaju uzročno-posljedičnu vezu između svoje brzine i reakcije semafora. Pojednostavljeno, mjerač brzine upravlja semaforskim uređajem na tako da ako vozila ne prekoraču brzinu, “semafor ostaje na zelenom“, a ako vozila prekoraču brzinu “na semaforu se pali crveno“. Bez obzira na navedeno, prioritet u funkcioniranju ima klasičan rad semafora što znači da čak i kad vozila ne prekoraču brzinu “na semaforu se pali crveno” ako se pješak najavio na pješačko-pozivno tipkalo. Ovim semaforom smanjila bi se prosječna brzina na dionici ceste, te bi se povećala sigurnost toga dijela ceste [17].



Slika 34. Detektor šalje poruku „HVALA“ kad je brzina zadovoljena

Izvor: [17]



**Slika 35.** Detektor šalje poruku „OPREZ USPORITE“ kad je brzina prekoračena

Izvor: [17]

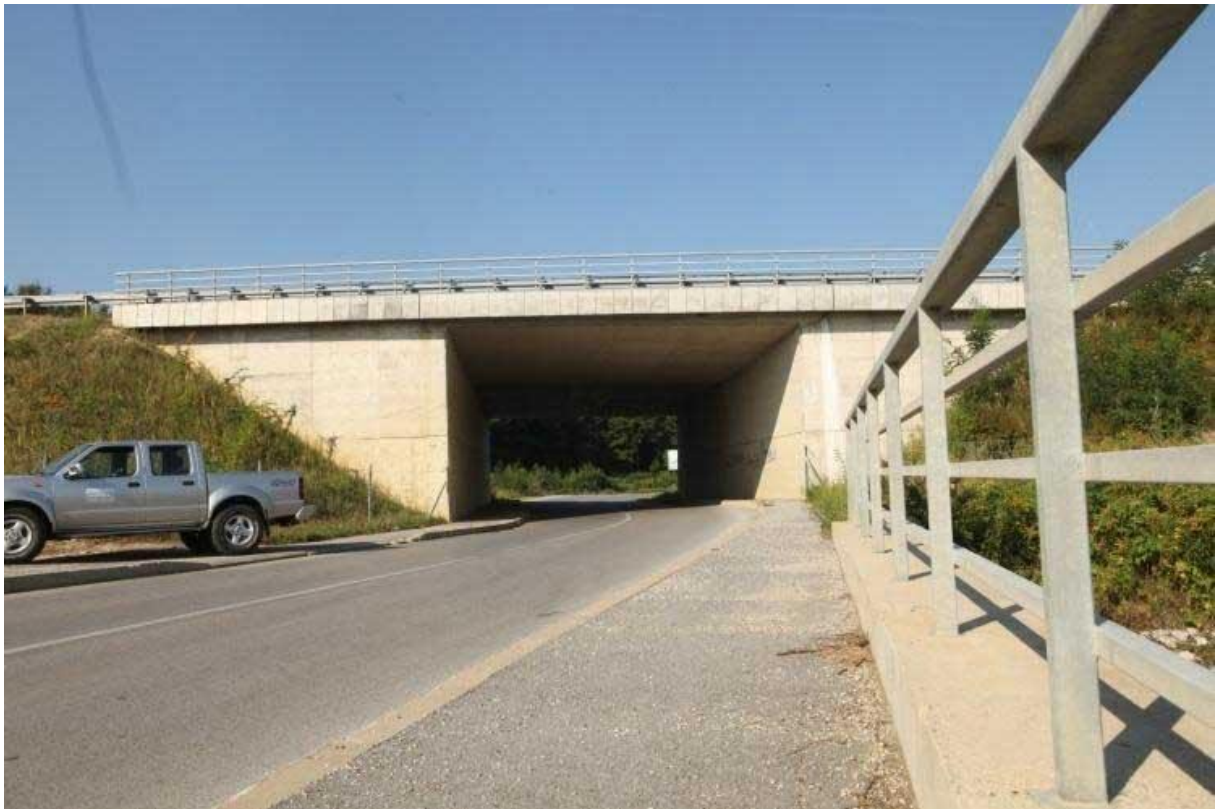


**Slika 36.** Brzina iznad dozvoljene detektor šalje poruku „PALIM CRVENO“

Izvor: [17]

## 6.5. Prijedlog poboljšanja prometnog problema „5“

Državna cesta D22 povezuje grad Križevce s gradom Bjelovarom i brzom cestom za Zagreb što uzrokuje veliki intenzitet vozila, te povremena prometna zagušenja. Na navedenoj dionici se nalazi željezničko – cestovni prijelaz (Slika 18.) pri čijem se prelasku stvaraju veliki repovi čekanja. Pruga koja se presijeca međunarodnog je tipa jer povezuje Republiku Hrvatsku s Republikom Mađarskom. Kao optimalno rješenje navedenog problema predlaže se izgradnja podvožnjaka. Podvožnjak bi trebao zadovoljiti slobodni profil za nesmetan promet na prometnim trakovima.



**Slika 37.** Primjer podvožnjaka

Izvor: [19]

## **7. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja rekonstrukcije raskrižja**

Za potrebe izrade simulacije postojećeg stanja i predloženog rješenja za raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića, raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha i Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa korišteni su programski alati PTV Vissim i Sidra Intresection. PTV Vissim je najčešće korišteni program za izradu simulaciju u svijetu. Osim mogućnosti simuliranja raskrižja, PTV Vissim nudi mogućnost izrade simulacije za pojedine dionice, pa čak i neke mreže ulica. U ovome poglavlju prikazani su rezultati simulacije postojećeg stanja raskrižja te simulacija rekonstruiranih raskrižja u programskom alatu PTV Vissim i Sidra Intresection.

Model je pojednostavljeni prikaz nekog dijela stvarnosti, a njegova svrha je da daje uvid u odnose realnog svijeta te da omogući donošenje zaključaka o tome što će se dogoditi ako dođe do promjena u tom realnom sustavu [14].

Pomoću programskog alata PTV Vissim analizirala su se tri raskrižja, gdje je napravljena simulacija postojećeg stanja i simulacija predloženog rješenja raskrižja. Za ulazne podatke koristit će se prometna opterećenja u vršnom satu.

Izlazni podaci najbitniji su dio simulacije na temelju kojih se donose zaključci o postojećem stanju raskrižja. U ovom diplomskom radu koristit će se samo neki izlazni podaci, a to su: prosječno vrijeme kašnjenja, ukupno vrijeme kašnjenja, prosječna brzina raskrižja, ukupan broj zaustavljanja i ukupno vrijeme putovanja. Najbitniji izlazni podatak na temelju kojeg se određuje razina usluge je prosječno vrijeme kašnjenja, izražava se u sekundama po vozilu.

Razina usluge (LOS) je kvalitativna mjera koja označava uvjete vožnje koji se mogu pojaviti na određenoj cesti kada prima različite količine prometa. Definirano je šest razina

usluge, od A do F. Razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije.

Razina usluge za simulirana raskrižja određena je prema prosječnom vremenu kašnjenja raskrižja i različita je za semaforizirana te za nesemaforizirana raskrižja a određena je u sljedećim intervalima koji su prikazani u sljedećoj Tablici:

**Tablica 9.** Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja

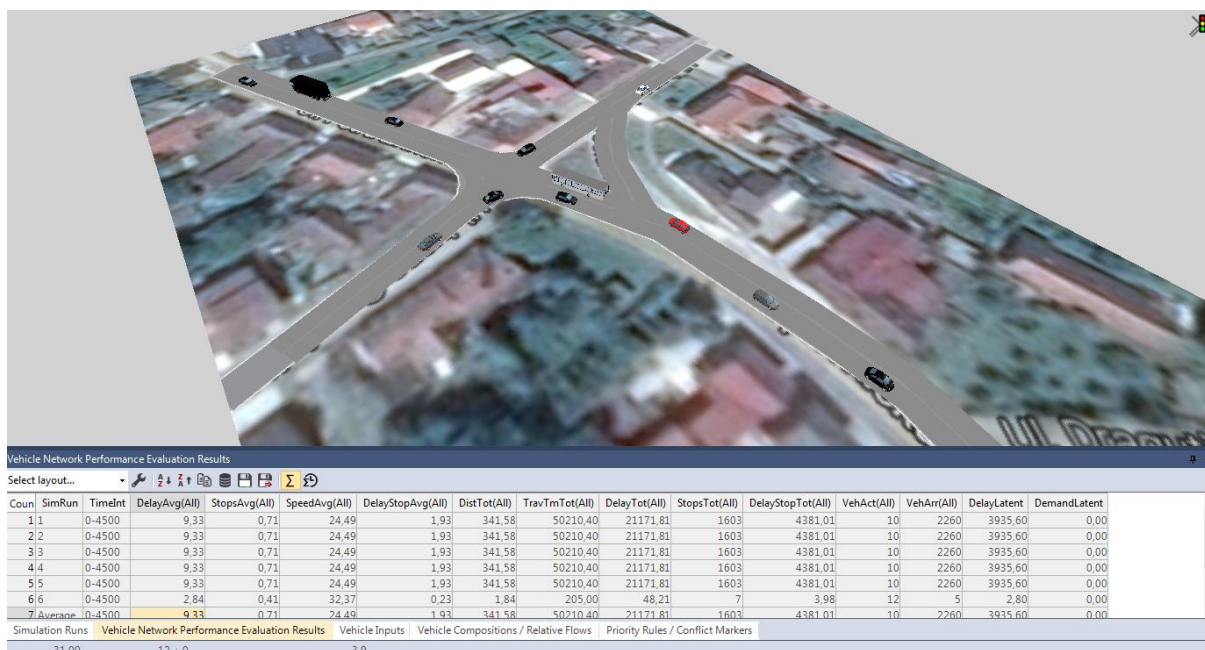
Razina usluge nesemaforiziranih raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	Razina usluge semaforiziranih raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)
A	0-10	A	0-10
B	10-15	B	10-20
C	15-25	C	20-35
D	25-35	D	35-55
E	35-50	E	55-80
F	>50	F	>80

Izvor: HCM 2010

## 7.1. Simulacija i evaluacija „Raskrižja 1.“

Prvo raskrižje je raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić, kao što je spomenuto u diplomskom radu raskrižje je nesemaforizirano i upravljano s prometnim znakom s četiri privoza. Sljedeća Slika prikazuje simulaciju postojećeg stanja raskrižja:





**Slika 38.** Simulacija postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić

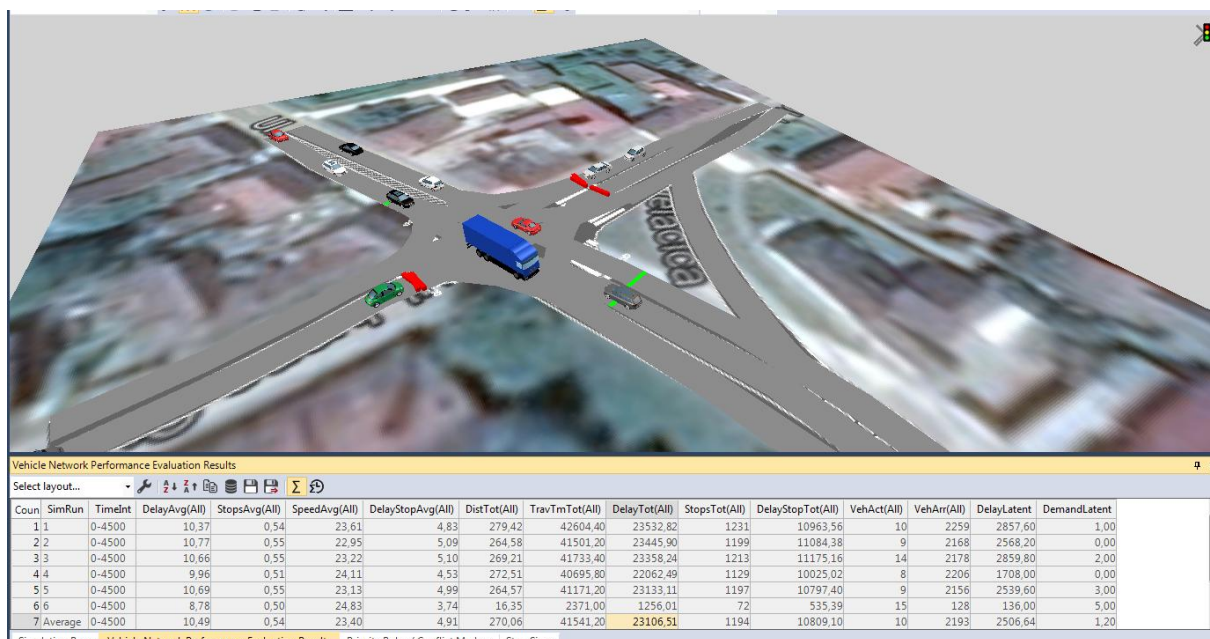
Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja prikazani su u sljedećoj Tablici:

**Tablica 10.** Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić

Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića, postojeće stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	9,33
Ukupno kašnjenje (minuta)	352,85
Prosječna brzina putovanja (km/h)	24,49
Ukupni broj zaustavljanja	1603
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	13,95

Razina usluge prema izlaznim podacima simuliranog raskrižja iznosi A. Prosječna brzina putovanja iznosi 24,49 km/h, a ukupno vrijeme putovanja iznosi 50.210 sekunda ili 13,95 sati.

Simulacija predloženih mjera poboljšanja prometnih tokova na raskrižju Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić prikaza je na sljedećoj Slici:



**Slika 39.** Simulacija predloženih izmjena prometnih tokova na raskrižju Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić

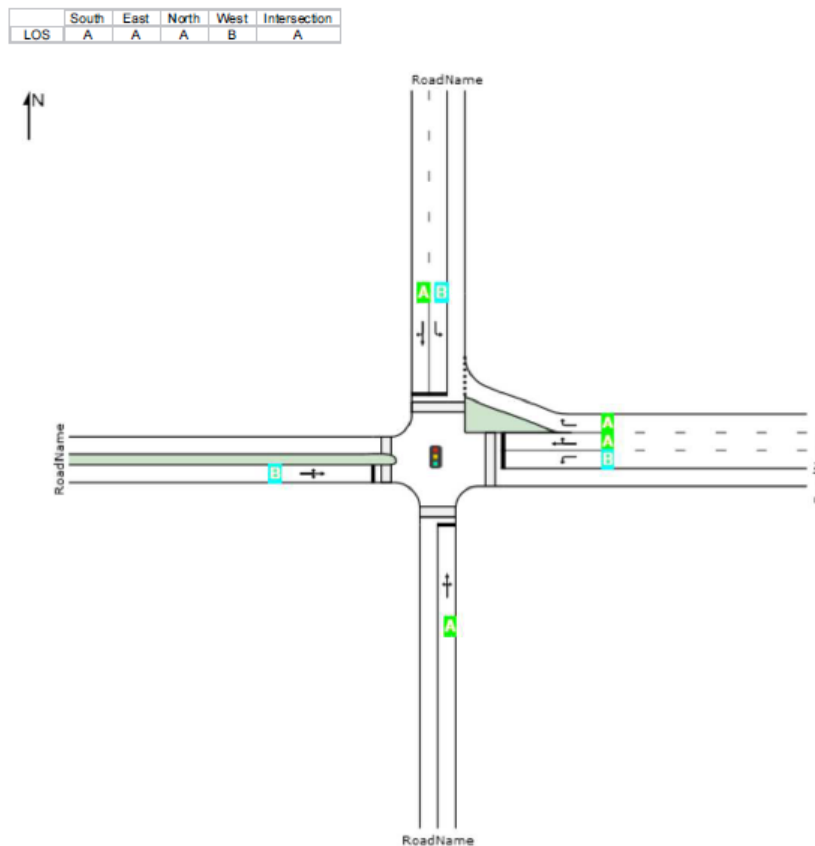
Izlazni podaci predloženih izmjena na raskrižju vidljivi su u sljedećoj Tablici:

**Tablica 11.** Izlazni podaci predloženih izmjena raskrižja Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić

Raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića, predloženo stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	10,49
Ukupno kašnjenje (minuta)	385,10
Prosječna brzina putovanja (km/h)	23,40
Ukupni broj zaustavljanja	1194
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	11,54

Razina usluge prema izlaznim podacima simuliranog raskrižja iznosi B. Prosječna brzina putovanja iznosi 23,40 km/h, a ukupno vrijeme putovanja iznosi 41.541 sekundi ili 11,54 sati. Na promatranom raskrižju razina usluge pala je s A ocjene na ocjenu B što je i dalje prihvatljivo, prosječna brzina putovanja smanjila se 4,5% samim time povećala se sigurnost u raskrižju.

Slika 40. Prikazuje konačne rezultate dobivene u simulacijskom alatu Sidra Intersection. Razina usluga na većini privoza kao i cijelog raskrižja je ocijenjena s najboljom ocjenom A.

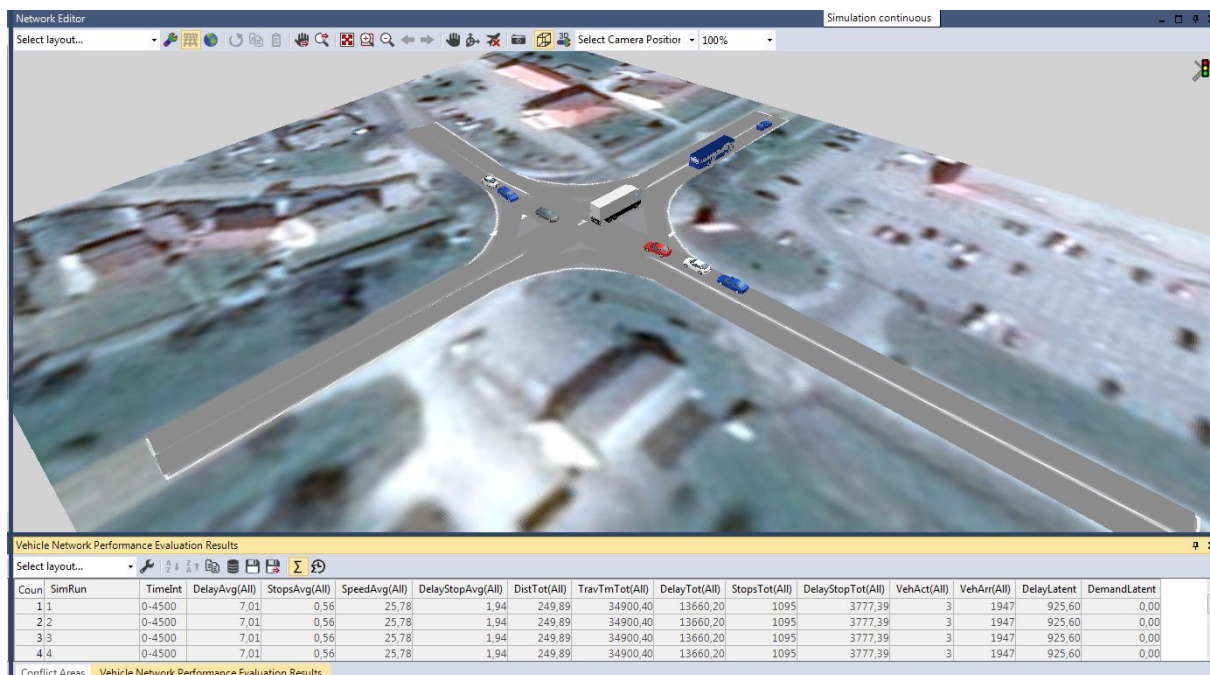


**Slika 40.** Prikaz ocjene privoza u simulacijskom alatu Sidra Intersection za raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić

## 7.1. Simulacija i evaluacija „Raskrižja 2.“

Drugo simulirano raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepača isto je nesemaforizirano kao i prethodno te ima četiri privoza i upravljano je prometnim znakovima.

Simulacija postojećeg stanja raskrižja prikazano je na sljedećoj Slici:



**Slika 41.** Simulacija postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

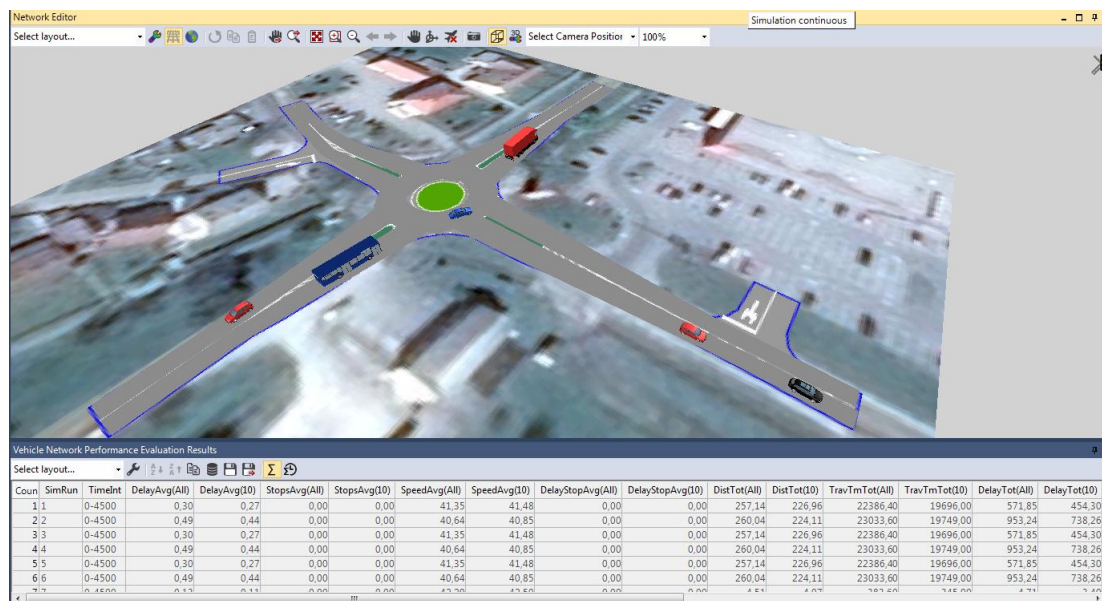
Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja prikazani su u sljedećoj Tablici:

**Tablica 12.** Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha, postojeće stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	7,01
Ukupno kašnjenje (minuta)	227,66
Prosječna brzina putovanja (km/h)	25,78
Ukupni broj zaustavljanja	1095
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	9,69

Razina usluge prema izlaznim podacima simuliranog raskrižja iznosi A. Prosječna brzina putovanja iznosi 25,78 km/h, a ukupno vrijeme putovanja iznosi 34.900 sekundi ili 9,69 sati.

Kao prijedlog rekonstrukcije raskrižja predložena je izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa. Na sljedećoj Slici prikazana je simulacija predloženih mjera rekonstrukcije raskrižja.



**Slika 42.** Simulacija predloženih izmjena prometnih tokova na raskrižju Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

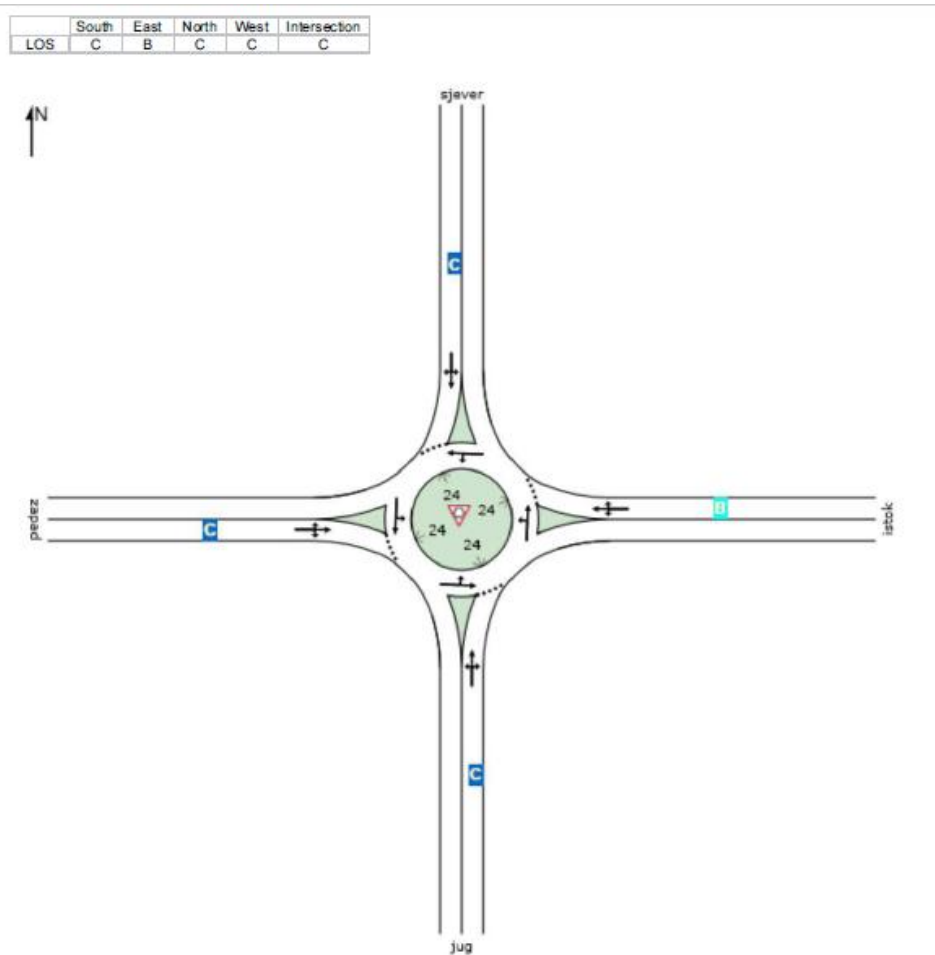
Izlazni podaci predloženih izmjena na raskrižju vidljivi su u sljedećoj Tablici:

**Tablica 13.** Izlazni podaci predloženih izmjena raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha

Raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha, predloženo stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	0,39
Ukupno kašnjenje (minuta)	12,70
Prosječna brzina putovanja (km/h)	41
Ukupni broj zaustavljanja	5
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	6,30

Razina usluge prema izlaznim podacima simuliranog raskrižja ostaje neizmijenjena te je ocijenjeno s A. Prosječna brzina putovanja iznosi 41,00 km/h te je nešto veća nego kod postojećeg stanja, a ukupno vrijeme putovanja iznosi 22.710 sekundi ili 6,30 sati. Na promatranom raskrižju razina usluge je ostala ista ocijenjena s najvišom mogućom ocjenom. Izmjenom stanja prometnih tokova prosječna brzina putovanja povećala bi se 37% u odnosu na brzinu raskrižja postojećeg stanja.

Slika 43. prikazuje ocjene po privozima u programskom alatu Sidra Intersection. Ocijenjeno je s razinom ocjene C što je drugačije u odnosu na simulaciju u PTV Vissimu gdje je prijedlog rekonstrukcije raskrižja ocijenjen s najvišom ocjenom A.

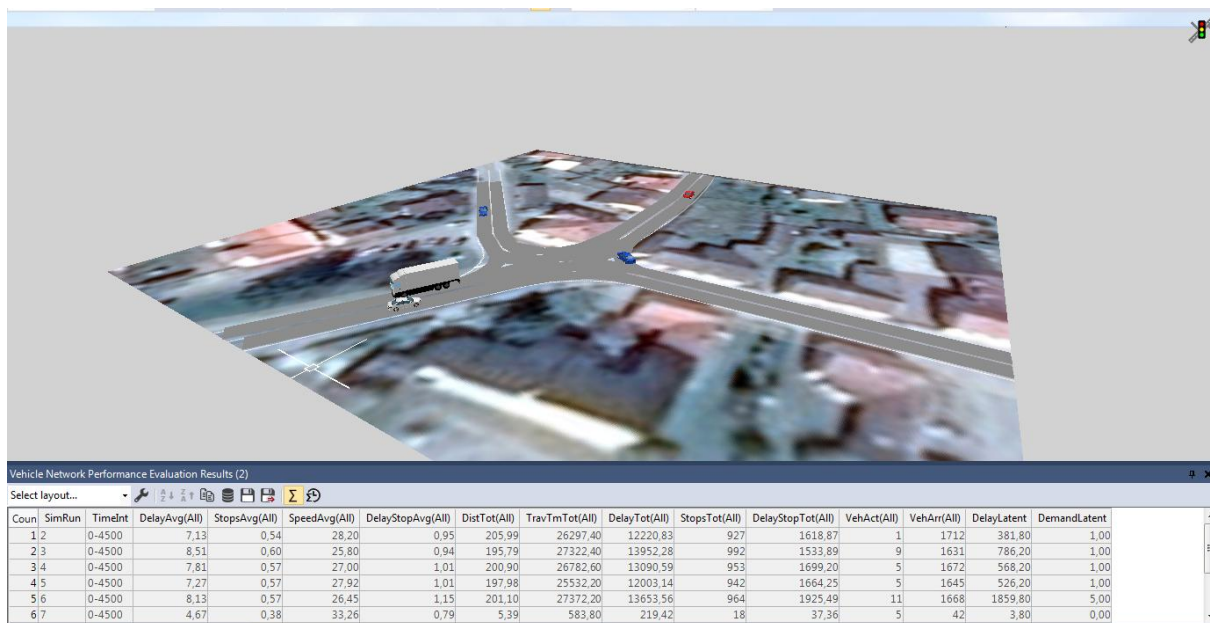


**Slika 43.** Prikaz ocjene privoza u simulacijskom alatu Sidra Intersection za raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepača

### 7.3. Simulacija i evaluacija „Raskrižja 3.“

Treće simulirano raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa isto je nesemaforizirano kao i prethodno te ima četiri privoza i upravljano je prometnim znakovima.

Simulacija postojećeg stanja raskrižja prikazano je na sljedećoj Slici:



**Slika 44.** Simulacija postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa

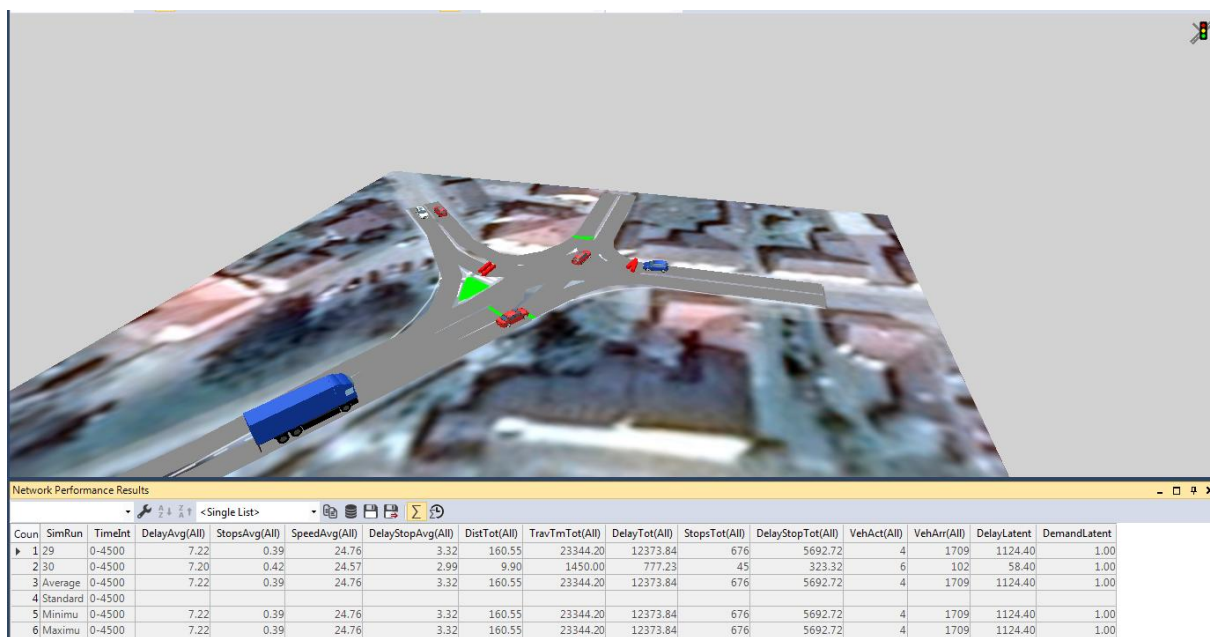
Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja prikazani su u sljedećoj Tablici:

**Tablica 14.** Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa

Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa, postojeće stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	7,77
Ukupno kašnjenje (minuta)	200
Prosječna brzina putovanja (km/h)	27,07
Ukupni broj zaustavljanja	925
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	7,09

Razina usluge prema izlaznim podacima simuliranog raskrižja iznosi A. Prosječna brzina putovanja iznosi 27,07 km/h, a ukupno vrijeme putovanja iznosi 25.532 sekundi ili 7,09 sati.

Kao prijedlog rekonstrukcije raskrižja predložena je semaforizacija raskrižja. Na sljedećoj Slici prikazana je simulacija predloženih mjera rekonstrukcije raskrižja:



**Slika 45.** Simulacija predloženih izmjena prometnih tokova na raskrižju Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

Izlazni podaci predloženih izmjena na raskrižju vidljivi su u sljedećoj Tablici:

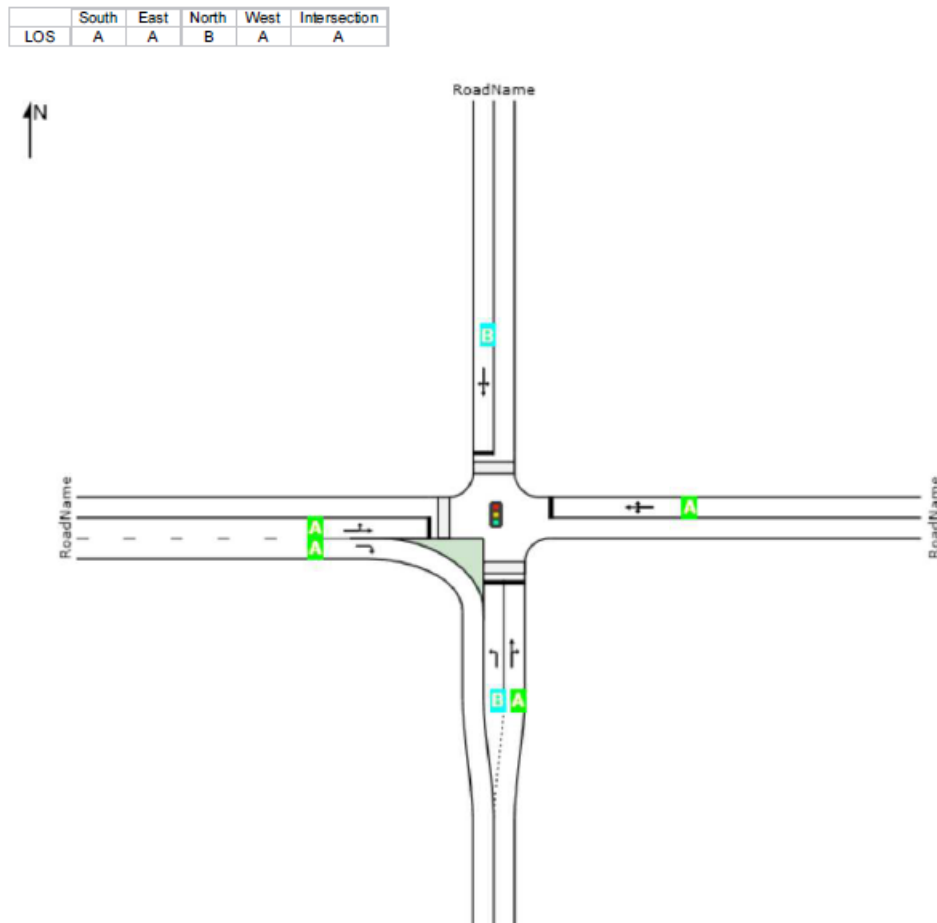
**Tablica 15.** Izlazni podaci predloženih izmjena raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

Raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase	
, predloženo stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	7,22
Ukupno kašnjenje (minuta)	206,22
Prosječna brzina putovanja (km/h)	24,76
Ukupni broj zaustavljanja	676
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	6,48

Razina usluge prema izlaznim podacima simuliranog raskrižja ostaje neizmijenjena te je ocijenjeno s A. Prosječna brzina putovanja iznosi 24,76 km/h te je nešto manja nego kod postojećeg stanja, a ukupno vrijeme putovanja iznosi 23.344 sekundi ili 6,48 sati. Na promatranom raskrižju razina usluge je ostala ista ocjena s najvišom mogućom ocjenom. Izmjenom stanja prometnih tokova prosječna brzina putovanja smanjila bi se 9% u odnosu na brzinu raskrižja postojećeg stanja.



Slika 43. prikazuje ocjene po privozima u programskom alatu Sidra Intersection. Ocijenjeno je s razinom ocjene A što je isto kao simulacija u PTV Vissimu gdje je prijedlog rekonstrukcije raskrižja ocijenjen s najvišom ocjenom A.



**Slika 46.** Prikaz ocjene privoza u simulacijskom alatu Sidra Intersection za raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklase

## 8. Zaključak

Prometna cestovna mreža na području grada Križevaca obuhvaća brzu cestu, državne ceste, županijske, lokalne te nerazvrstane ceste. U prometnu infrastrukturu grada spadaju još i pješačke staze, biciklističke staze, parkirališta i ostali prometni objekti. Izgradnjom brze ceste prema Zagrebu uvelike se smanjilo zagušenje kroz sam centra grada te su se rasteretile neke od gradskih prometnica.

Analizom cestovne mreže na području grada Križevaca uočeni su mnogi nedostaci. U ovom diplomskom radu izdvojena su i obrađena kritična područja. Podaci o brojanju prometa i broju prometnih nesreća bili su ulazni podaci za sanaciju te rekonstrukciju promatranog područja. S obzirom na to da se navedena problematična raskrižja nalaze na samom ulazu u grad, veoma je važno da na njima ne dolazi do stvaranja prometnog zagušenja te repova čekanja koji u većini slučajeva stvaraju nervozu kod vozača te povećavaju mogućnost nastanka prometnih nesreća.

Nedostaci na kritičnim dijelovima cestovne mreže su stvaranje repova čekanja u vrijeme vršnog sata, razvijanje velikih brzina kod glavnih privoza čime je smanjena sigurnost svih sudionika na cestovnoj mreži. Pravilnim vođenjem prometnih tokova moguće je povećati sigurnost prometa, te tako smanjiti broj prometnih nesreća.

Predložene mjere rekonstrukcije cestovne mreže kritičnih dionica na promatranom području izrađene su u programskom alatu AUTOCAD, te su u programskom alatu AutoTURN provjerene trajektorije za mjerodavno vozilo. Simulacija rekonstruiranih dijelova cestovne mreže izrađene su u PTV Vissim i Sidra intersection.

## Literatura

- [1] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta / Cestovne prometnice II, , Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb 2008.Zakon o cestama NN 92/14, Zagreb 2014.
- [2] Zakon o cestama NN 92/14, Zagreb 2014.
- [3] Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN 64/15, Zagreb 2015.
- [4] Zakon o gradnji NN 20/17, Zagreb 2017.
- [5] Zakon o prostornom uređenju NN 65/17, Zagreb 2017.
- [6] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa NN 110/01, Zagreb 2001.
- [7] Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama NN 14/11, Zagreb 2011.
- [8] Hozjan D.; Novačko L., Cestovne prometnice 2, interna skripta za izradu seminarskog rada, Zagreb 2009.
- [9] Pilko, H.: Raskrižja s kružnim tokom prometa – Cestovne prometnice II, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, akademska godina 2015./2016.
- [10] Šoštarić, M.; Jakovljević, M.:Prometno tehnološko projektiranje (autorizirana predavanja), Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2011.
- [11] Prostorni plan grada Križevaca, Križevci, 2014.
- [12] Perović. V.:Prometna tehnika 2, Škola za cestovni promet, Zagreb, 2005.
- [13] Policijska uprava Koprivničko-križevačka: Podaci o broju prometni nesreća
- [14] Novačko L.: Prometno modeliranje u cestovnom prometu, Zagreb, 2014.

### INTERNET IZVORI:

- [15] <https://www.google.hr/maps> 09.2017
- [16] <https://map.hak.hr> 09.2017
- [17] <http://elektromodul-promet.hr/izgradnje/vizija-nula/> 09.2017
- [18] <https://epodravina.hr> 09.2017
- [19] <http://www.hidroing.hr/vodoprivredni-radovi/g3> 09.2017

## Popis slika

Slika 1. Osnovne vrste prometnih tokova .....	7
Slika 2. Prikaz prometnih radnji.....	8
Slika 3. Primjer konfliktnih točaka .....	9
Slika 4. Trokrako raskrižje u razini .....	10
Slika 5. Prikaz oblikovanja trake za lijevo skretanje.....	11
Slika 6. Prikaz oblikovanja trake za desno skretanje .....	12
Slika 7. Raskrižje s kružnim tokom prometa .....	13
Slika 8. Položaj grada Križevaca.....	15
Slika 9. Karta biciklističkih staza .....	17
Slika 10. Položaj prometnih problema na cestovnoj mreži grada Križevaca.....	20
Slika 11. Položaj raskrižja Ulice Petra Zrinskog - Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića - Ulice Ivana Gundulića.....	21
Slika 12. Pogled na raskrižje s istočnog privoza.....	22
Slika 13. Položaj raskrižja Ulice kralja Tomislava - Ulice Ivana Gundulića - Ulice Marcela Kiepacha.....	23
Slika 14. Pogled na raskrižje s južnog privoza.....	23
Slika 15. Položaj raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske - Ulice Frana Supila - Ulice Tadije Smičiklase .....	24
Slika 16. Pogled na raskrižje s južnog privoza.....	25
Slika 17. Pješački prijelaz u neposrednoj blizini osnovne škole Ljudevita Modeca.....	26
Slika 18. Cestovno - željeznički prijelaz na državnoj cesti D 22 .....	27
Slika 19. Brojanje prometa Ulica Ivana Gundulića - Koprivnička ulica, istočni i zapadni privoz.....	31
Slika 20. Brojanje prometa Ulica bana Josipa Jelačića i Ulice Ivana Gundulića, sjeverni i južni privoz.....	31
Slika 21. Grafički prikaz prometnog opterećenja Ulice Ivana Gundulića - Ulice bana Josipa Jelačića - Koprivničke ulice - Ulice Petra Zrinskog.....	32
Slika 22. Brojanje prometa Ulica kralja Tomislava, sjeverni i južni privoz .....	32
Slika 23. Brojanje prometa Ulica Marcela Kiepacha - Ulica Ivana Gundulića, istočni i zapadni privoz.....	33
Slika 24. Grafički prikaz prometnog opterećenja Ulice Marcela Kiepacha - Ulica kralja Tomislava - Ulica Ivana Gundulića .....	33

Slika 25. Brojanje prometa Ulica Tadije Smičiklasa, zapadni i istočni privoz.....	34
Slika 26. Brojanje prometa Ulice Branitelja Hrvatske- ulice Frana Supila, sjeverni i južni privoz.....	34
Slika 27. Grafički prikaz prometnog opterećenja Ulice Tadija Smičiklasa - Ulice Frana Supila - Ulice Branitelja Hrvatske.....	35
Slika 28. Izgled rekonstruiranog raskrižja i signalnog plana raskrižja Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića.....	38
Slika 29. Provjerene trajektorije u programskom alatu AutoTURN za raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulića.....	40
Slika 30. Izgled rekonstruiranog raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha.....	41
Slika 31. Provjerene trajektorije u programskom alatu AutoTURN za raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha.....	42
Slika 32. Izgled rekonstruiranog raskrižja i signalnog plana za raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa.....	44
Slika 33. Provjerene trajektorije u programskom alatu AutoTURN za raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa.....	45
Slika 34. Detektor šalje poruku „HVALA“ kad je brzina zadovoljena.....	46
Slika 35. Detektor šalje poruku „OPREZ USPORITE“ kad je brzina prekoračena.....	47
Slika 36. Brzina iznad dozvoljene detektor šalje poruku „PALIM CRVENO“.....	47
Slika 37. Primjer podvožnjaka.....	48
Slika 38. Simulacija postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić.....	51
Slika 39. Simulacija predloženih izmjena prometnih tokova na raskrižju Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić.....	52
Slika 40. Prikaz ocjene privoza u simulacijskom alatu Sidra Intersection za raskrižje Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić.....	53
Slika 41. Simulacija postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha.....	54
Slika 42. Simulacija predloženih izmjena prometnih tokova na raskrižju Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha.....	55
Slika 43. Prikaz ocjene privoza u simulacijskom alatu Sidra Intersection za raskrižje Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha.....	56

Slika 44. Simulacija postojećih prometnih tokova na raskrižju Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa .....	57
Slika 45. Simulacija predloženih izmjena prometnih tokova na raskrižju Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa .....	58
Slika 46. Prikaz ocjene privoza u simulacijskom alatu Sidra Intersection za raskrižje Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa .....	59

## Popis tablica

Tablica 1. Prikaz stručnih pojmova.....	6
Tablica 2. Određivanja duljine usporenja vozila $l_v$ .....	11
Tablica 3. Ceste na području grada Križevaca .....	17
Tablica 4. Brojački listić korišten kod brojanja .....	30
Tablica 5. Broj prometnih nesreća na području grada Križevca .....	36
Tablica 6. Broj prometnih nesreća na odabranim raskrižjima .....	36
Tablica 7. Proračunata zaštitna međuvremena .....	39
Tablica 8. Proračunata zaštitna međuvremena .....	45
Tablica 9. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja.....	50
Tablica 10. Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić.....	51
Tablica 11. Izlazni podaci predloženih izmjena raskrižja Ulice Petra Zrinskog – Koprivničke ulice – Ulice bana Josipa Jelačića – Ulice Ivana Gundulić.....	52
Tablica 12. Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha .....	54
Tablica 13. Izlazni podaci predloženih izmjena raskrižja Ulice kralja Tomislava – Ulice Ivana Gundulića – Ulice Marcela Kiepacha .....	55
Tablica 14. Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa .....	57
Tablica 15. Izlazni podaci predloženih izmjena raskrižja Ulice Branitelja Hrvatske – Ulice Frana Supila – Ulica Tadije Smičiklasa .....	58

## **Popis priloga**

Prilog 1.....	67
Prilog 2.....	68
Prilog 3.....	69



## **Prilog 1.**

Prijedlog poboljšanja „raskrižja 1.“

## **Prilog 2.**

Prijedlog poboljšanja „raskrižja 2.“

### **Prilog 3.**

Prijedlog poboljšanja „raskrižja 3.“